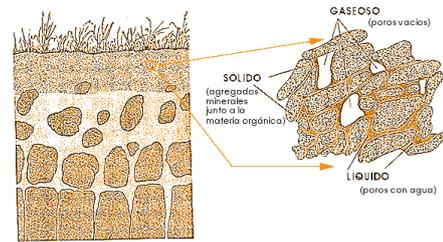




## ¿De qué está formado el suelo?

El suelo es la capa fértil que recubre la superficie terrestre y está formado por constituyentes sólidos, líquidos y gaseosos. Las partículas sólidas están formadas por minerales, restos orgánicos y microorganismos. Los constituyentes líquidos y gaseosos se encuentran en los huecos internos (porosidad).



La presencia e interacción de todos estos constituyentes hacen del suelo un sistema único y esencial para el desarrollo de la vida en los ecosistemas.

### Objetivo:

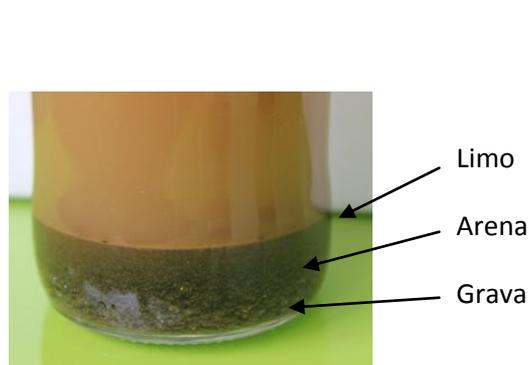
Separar las distintas fracciones sólidas del suelo.

### Materiales:

- 1 probeta o bote de vidrio o plástico con tapadera (1 litro capacidad aprox.)
- Suelo de huerta o jardín, eliminando fragmentos gruesos (piedras > 0,5 cm)
- Agua
- Detergente para lavavajillas
- Balanza o peso
- Cronómetro

### Procedimiento:

- 1) Pesar 50 gramos de suelo en el bote.
- 2) Añadir 1 litro de agua.
- 3) Añadir 2-3 gramos de detergente para lavavajillas.
- 4) Agitar enérgicamente durante 5 minutos.
- 5) Dejar en reposo y poner el cronómetro en marcha.
- 6) Anotar la altura de las partículas sedimentadas a intervalos regulares de tiempo (por ejemplo: 10 seg., 3 min. y 90 min.)





## Contenidos didácticos a plantear por el profesor

### Observar y discutir:

¿Cuántas partículas distintas se pueden diferenciar? ¿Qué variación ha habido en los distintos intervalos de tiempo? ¿Qué composición tienen las partículas que flotan en la superficie, las que permanecen en suspensión y las que han sedimentado? ¿Por qué le añadimos detergente a la muestra?

### Conceptos básicos:

- Partículas minerales y orgánicas del suelo
- Granulometría y textura

### Comentarios generales:

Las partículas minerales del suelo sedimentan de forma ordenada en función de su tamaño: primero lo hacen las **gravas** (>2mm), luego las **arenas** (2-0,05mm) y después el **limo** (0,05-0,002mm), la fracción **arcilla** (<0,002mm) permanece en suspensión durante horas. (De forma aproximada la grava se podría estimar por la altura de sedimentación a los 10 seg., la arena a los 3 min. y el limo a los 90 min.)

La materia orgánica fresca flota en la suspensión. No obstante, en el suelo hay también materia orgánica transformada (humus) y unida a las partículas minerales, que participa en el proceso de agregación, por lo que para caracterizar adecuadamente la granulometría de un suelo, habría que destruir previamente la materia orgánica mediante un ataque con agua oxigenada.

En estado natural, las partículas finas del suelo (limo y arcilla) se unen entre sí y con el resto de partículas (materia orgánica incluida), formando partículas (agregados) de mayor tamaño. Al añadir el detergente provocamos la dispersión y separación de las partículas finas y podemos estimar de una forma más realista la granulometría de un suelo.

La **GRANULOMETRÍA** es la proporción entre las distintas partículas minerales del suelo cuantificada en laboratorio y la **TEXTURA** representa el mismo concepto pero cuando se estima cualitativamente en campo mediante el tacto. La presencia y proporción de las distintas partículas del suelo es decisiva para controlar propiedades tan importantes como la infiltración del agua, la aireación, la fertilidad, la agregación o estructura del suelo y la erosión.

Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria o Secundaria.



## El suelo también es orgánico

El suelo es la capa fértil que recubre la superficie terrestre y está formado por constituyentes sólidos, líquidos y gaseosos. En el horizonte más superficial se concentran numerosos constituyentes orgánicos (restos vegetales en distinto grado de descomposición, microorganismos, sustancias orgánicas de origen vegetal y animal, etc.), que se pueden agrupar bajo el término de **SUSTANCIAS HÚMICAS**, y que le confieren al suelo una de sus principales funciones, la de participar en el ciclo de la vida.



### Objetivo:

Estimar el contenido en materia orgánica del suelo.

### Materiales:

- 3 probetas, vasos o botes de vidrio o plástico.
- Suelos de diferente procedencia (el color oscuro es el mejor indicativo del contenido en materia orgánica, por lo que se deben seleccionar suelos con distinta gradación, de lo más negro posible a lo menos).
- Agua oxigenada.
- Rotulador y regla

### Procedimiento:

- 1) Echar una o dos cucharaditas de cada suelo en cada uno de los recipientes.
- 2) Marcar con el rotulador la altura de cada suelo.
- 3) Añadir 5-10 ml de agua oxigenada.
- 4) Esperar unos minutos hasta que cese la reacción.
- 5) Marcar con el rotulador la altura alcanzada tras la reacción.





## Contenidos didácticos a plantear por el profesor

### Observar y discutir:

¿Qué ha ocurrido al añadir agua oxigenada a los suelos? ¿Qué diferencias se observan entre los distintos suelos? ¿Se podrían ordenar los suelos en función de este experimento para saber cuál es más fértil?

### Conceptos básicos:

- Materia orgánica en el suelo
- Fertilidad

### Comentarios generales:

La materia orgánica se oxida en contacto con el agua oxigenada y se desprende  $\text{CO}_2$ , produciendo efervescencia. La intensidad de esta reacción se relaciona directamente con el contenido en materia orgánica de los suelos.

La materia orgánica en los suelos sufre procesos de transformación (humificación) y descomposición (mineralización) que están directamente relacionados con la vegetación y uso, y con las condiciones climáticas (humedad y temperatura). Así, un suelo de bosque tiene más materia orgánica que uno cultivado, y un suelo de un clima frío y húmedo (como Galicia) tiene más materia orgánica que otro de clima cálido y seco (como Andalucía). En los suelos naturales, el contenido en materia orgánica tiende a estabilizarse en unos valores en los que alcanza un equilibrio entre los aportes de materia orgánica y las pérdidas por mineralización. Así, un bosque puede tener valores medios de materia orgánica entre 4-10%, un prado entre 5-12% y un suelo cultivado entre 1-2%.

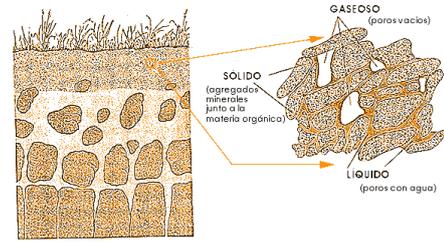
El contenido en materia orgánica de los suelos es un indicador básico del grado de fertilidad de los mismos. Actividades como la agricultura mediante la producción intensiva o los monocultivos empobrecen el suelo reduciendo el contenido en materia orgánica de forma muy rápida. En este sentido, la utilización de cubiertas vegetales en suelos cultivados y de jardines, es una actuación básica para frenar el deterioro y empobrecimiento de los suelos.

Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria o Secundaria.



## El suelo, un sistema organizado

El suelo es la capa fértil que recubre la superficie terrestre y está formado por constituyentes sólidos, líquidos y gaseosos. Las partículas sólidas están formadas por minerales, restos orgánicos y microorganismos. Los constituyentes líquidos y gaseosos se encuentran en los huecos internos (porosidad).



La presencia e interacción de todos estos constituyentes hacen del suelo un sistema único y esencial para el desarrollo de la vida en los ecosistemas.

### Objetivo:

Estimar el grado de organización (estructura) de las partículas del suelo.

### Materiales:

- 2 probetas o botes de vidrio o plástico con tapadera (1 litro capacidad aprox.)
- Suelo de huerta o jardín, eliminando fragmentos gruesos (piedras > 0,5 cm)
- Agua
- Detergente para lavavajillas
- Balanza o peso
- Cronómetro

### Procedimiento:

- 1) Pesar 50 gramos de suelo en cada bote y añadir un litro de agua aprox.
- 2) Añadir 2-3 gramos de detergente para lavavajillas en una de las muestras.
- 3) Agitar enérgicamente durante 5 minutos la muestra con lavavajillas.
- 4) Agitar suavemente durante 2-3 segundos la muestra sin lavavajillas.
- 5) Dejar en reposo las dos muestras y poner el cronómetro en marcha.
- 6) Anotar la altura de las partículas sedimentadas a intervalos regulares de tiempo (por ejemplo: 10 seg., 3 min. y 90 min.)

A los 90 min...





## Contenidos didácticos a plantear por el profesor

### Observar y discutir:

¿Qué tipos de partículas podemos diferenciar en cada muestra? ¿Qué diferencias observamos entre la muestra con y sin detergente? ¿Qué ha ocurrido en la muestra con detergente? Observa las partículas gruesas (las que han sedimentado primero) ¿Qué diferencias observas entre las dos muestras?

### Conceptos básicos:

- Agregación y dispersión de las partículas del suelo
- Granulometría

### Comentarios generales:

En estado natural, las partículas finas del suelo (limo y arcilla) se unen entre sí y con el resto de partículas (materia orgánica incluida), formando agregados de mayor tamaño. Al agitar enérgicamente y añadir el detergente provocamos la dispersión y separación de las partículas finas. Cuando no lo hacemos, la suspensión sedimenta más rápido debido a que las partículas están unidas formando agregados de mayor tamaño. A este estado natural de agregación de las partículas del suelo se le denomina ESTRUCTURA.

Si observamos con detalle las partículas que han sedimentado en primer lugar, las más gruesas, en la muestra dispersada con detergente se observa que se trata de fragmentos de grava o arena gruesa, mientras que en la muestra no dispersada podemos ver fragmentos de grava, pero también fragmentos formados por una agregación de partículas del suelo (microagregados).

En el suelo hay también materia orgánica transformada (humus) y unida a las partículas minerales, que participa en el proceso de agregación, por lo que para la completa caracterización de la granulometría, habría que destruir previamente la materia orgánica mediante un ataque con agua oxigenada.

El estado de agregación de las partículas del suelo (estructura) es decisivo para controlar propiedades tan importantes como la infiltración y retención del agua, el grado de aireación y la erosión.

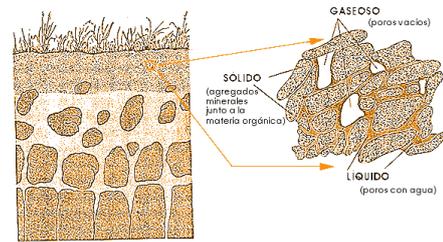
Este experimento se puede realizar de forma simultánea al de la granulometría del suelo (Ficha 1). Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria o Secundaria.





## ¿Cuánto aire hay el suelo?

El suelo es la capa fértil que recubre la superficie terrestre y está formado por constituyentes sólidos, líquidos y gaseosos. Las partículas sólidas están formadas por minerales, restos orgánicos y microorganismos. Los constituyentes líquidos y gaseosos se encuentran en los huecos internos (porosidad).



La presencia e interacción de todos estos constituyentes hacen del suelo un sistema único y esencial para el desarrollo de la vida en los ecosistemas.

### Objetivo:

Estimar el grado de porosidad que tiene un suelo.

### Materiales:

- 3 latas de conservas iguales
- 3 suelos diferentes. Se recomienda utilizar un suelo rico en materia orgánica (oscuro), un suelo arcilloso (pardo-rojizo) y un suelo arenoso (arena).
- Cuchara
- Estufa o calentador
- Balanza o peso

### Procedimiento:

- 1) Pesar las latas vacías y etiquetar para cada suelo.
- 2) Rellenar las latas con los tres suelos seleccionados, procurando conservar su estructura original y no apelmazando al rellenar.
- 3) Pesar las latas llenas de suelo.
- 4) Meter las muestras en una estufa o colocar sobre un calentador o radiador hasta el día siguiente.
- 5) Pesar nuevamente las muestras secas.



(ejemplo: volumen de la lata = 251,3 cm<sup>3</sup>; Suelo 1 = 166 g; Suelo 2 = 278 g; Suelo 3 = 559 g)



## Contenidos didácticos a plantear por el profesor

### Observar y discutir:

¿Qué diferencias se aprecian visualmente entre los tres tipos de suelos dentro de cada lata? ¿Por qué se deben pesar las muestras secas? ¿Qué es la densidad aparente? ¿Y la densidad real? ¿Cómo se puede calcular la porosidad de un suelo?

### Conceptos básicos:

- Densidad aparente y real
- Porosidad

### Comentarios generales:

El suelo tiene una estructura y organización internas en la cual la porosidad tiene un papel muy importante. La porosidad controla propiedades tan esenciales como la infiltración y retención de agua o la aireación del suelo (esencial para el crecimiento de las plantas).

La DENSIDAD APARENTE de un suelo es la que considera el volumen real (incluidos los poros) en relación a la masa total de ese suelo, y se calcula dividiendo la masa del suelo en estado natural, entre el volumen que la contiene. La POROSIDAD se puede estimar a partir de la relación entre la densidad aparente y la real del siguiente modo:  $[(D_a - D_r)/D_r] \times 100$   
(El valor estimado de la densidad real de los minerales del suelo es  $2,6 \text{ g/cm}^3$ )

Ejemplo:

- Volumen de la lata =  $100 \text{ cm}^3$ ; Masa de suelo seco = 150 gramos
- Densidad aparente =  $1,5 \text{ g/cm}^3$
- Porosidad =  $[(1,5 - 2,6)/2,6] \times 100 = 42,3\%$

Aunque parezca sorprendente, el suelo es un medio muy poroso, valores entre el 40 - 50% de porosidad se consideran normales en los horizontes más superficiales de los suelos naturales.

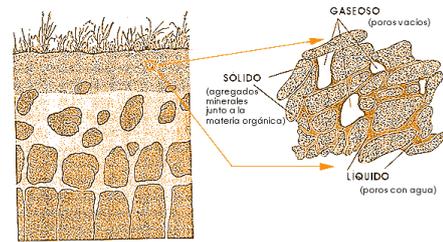
La mayoría de las actividades humanas que se realizan sobre el suelo (agricultura, ganadería, etc.) provocan una degradación de esta propiedad tan importante, provocando compactación, pérdida de capacidad de infiltración y retención de agua e incremento de la erosión, entre otros problemas.

Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria (introduciendo únicamente los conceptos de peso en un mismo volumen y porosidad) o Secundaria (introduciendo los conceptos de densidad aparente y densidad real).



## ¿Cuánta agua puede retener un suelo?

El suelo es la capa fértil que recubre la superficie terrestre y está formado por constituyentes sólidos, líquidos y gaseosos. Las partículas sólidas están formadas por minerales, restos orgánicos y microorganismos. Los constituyentes líquidos y gaseosos se encuentran en los huecos internos (porosidad).



La presencia e interacción de todos estos constituyentes hacen del suelo un sistema único y esencial para el desarrollo de la vida en los ecosistemas.

### Objetivo:

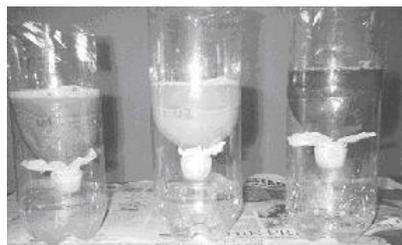
Estimar la capacidad de retención que tienen los suelos.

### Materiales:

- 3 botellas de plástico pequeñas
- 3 suelos diferentes. Se recomienda utilizar un suelo arcilloso (de color pardo-rojizo), un suelo arenoso (con arena fina) y un suelo pedregoso (con gravas)
- Algodón
- 3 vasos pequeños
- 1 probeta o vaso medidor
- Balanza o peso
- Cronómetro

### Procedimiento:

- 1) Cortar la parte superior de las botellas para obtener tres "embudos".
- 2) Colocar el tapón agujereado y poner algodón en el fondo. Poner los embudos en el interior del vaso generado al cortar las botellas.
- 3) Pesar 10 gramos de cada tipo de suelo y colocarlo en el embudo.
- 4) Añadir a cada muestra la misma cantidad de agua (p.e.: 50 ml)
- 5) Medir el tiempo desde que se añade el agua hasta que cesa la infiltración
- 6) Medir la cantidad de agua que se ha infiltrado en cada muestra.





### Contenidos didácticos a plantear por el profesor

#### Observar y discutir:

¿Qué diferencias se aprecian entre los tres tipos de suelos? ¿Cuál ha terminado la infiltración en menor tiempo? ¿Cuál ha retenido mayor cantidad de agua?

#### Conceptos básicos:

- Tasa de infiltración
- Retención de agua

#### Comentarios generales:

El suelo tiene una estructura y organización internas que controla propiedades tan importantes como la infiltración y retención de agua en el suelo. El agua que puede retener un suelo condiciona el crecimiento de las plantas y su capacidad de infiltración actúa de forma decisiva en el ciclo hidrológico (favoreciendo la recarga de los acuíferos).

La TASA DE INFILTRACIÓN se define como el volumen de agua que se infiltra en un suelo, por unidad de superficie y unidad de tiempo. En este experimento, el volumen de agua infiltrado lo medimos directamente, la superficie de contacto la estimamos a partir de la superficie de la muestra expuesta en la parte superior del embudo y el tiempo de infiltración lo medimos con un cronómetro

La capacidad de RETENCIÓN de agua se calcula fácilmente mediante la diferencia entre el volumen añadido y el infiltrado y se expresa como porcentaje en relación al suelo total.

#### Ejemplo:

- Peso de suelo = 10 g; Volumen de agua añadido = 50 ml; Superficie del suelo en el embudo = 38,5 cm<sup>2</sup>
- Tiempo de infiltración = 50 segundos; Volumen de agua infiltrado = 44 ml
- Tasa de infiltración = 935 l/m<sup>2</sup> hora
- Retención de agua = 6 ml (en 10 gramos de suelo = 60%)

Muchas actividades humanas que se realizan sobre el suelo (agricultura, ganadería, etc.) provocan una degradación de la estructura y la porosidad, provocando compactación, pérdida de capacidad de infiltración y retención de agua e incrementando de la erosión y las inundaciones en épocas de lluvias intensas, entre otros problemas.

Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria o Secundaria haciendo valoraciones cualitativas o cuantitativas de la misma.



## El suelo y la erosión, una lucha constante

Los procesos de erosión generan graves problemas ambientales, ya que provocan la pérdida del suelo, degradan sus propiedades y afectan de forma decisiva a otros procesos tan importantes como el ciclo del agua.



### Objetivo:

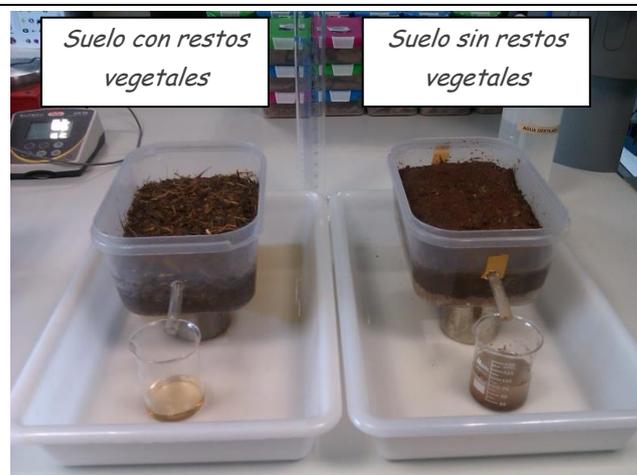
Comprobar el efecto de la lluvia sobre la erosión y el ciclo del agua en un suelo desnudo y en un suelo protegido por restos vegetales.

### Materiales:

- 2 recipientes de plástico o fiambreras medianas
- 2 vasos pequeños
- Suelo (de una huerta o jardín)
- Restos vegetales (hierba, hojas, etc.)
- Agua
- 1 regadera pequeña

### Procedimiento:

- 1) Agujerear las fiambreras por el fondo con un punzón fino.
- 2) Colocar un orificio de salida a media altura en uno de los lados de la fiambarrera.
- 3) Rellenar con suelo hasta el orificio de salida generando una ligera pendiente hacia el mismo (se recomienda colocar primero arena o grava fina en el fondo).
- 4) Colocar los restos vegetales triturados sobre uno de los suelos y humedecer ligeramente con la misma cantidad de agua los dos suelos.
- 5) Colocar los dos vasos pequeños bajo el orificio de salida de la fiambarrera.
- 6) Simular una lluvia con la misma cantidad de agua sobre los dos suelos. Es importante que el agua se reparta homogéneamente sobre toda la superficie y que se vierta con ayuda de un colador o rejilla fina para suavizar el impacto del agua.





### Contenidos didácticos a plantear por el profesor

#### Observar y discutir:

¿Qué cantidad de agua se recoge en los vasos de cada tipo de suelo? ¿Qué características tiene el agua que se ha recogido? ¿Qué ha ocurrido por la parte inferior de cada recipiente?

#### Conceptos básicos:

- Escorrentía e Infiltración
- Erosión de suelos

#### Comentarios generales:

Los procesos de escorrentía e infiltración están muy relacionados con el uso de los suelos. Los suelos naturales, con vegetación, poseen una capacidad de infiltración muy superior a los suelos cultivados (en los que el suelo permanece desnudo de forma periódica). Los procesos de erosión están muy relacionados con un mal uso del suelo por parte del hombre.

- Calcular la superficie ( $m^2$ ) expuesta a la lluvia.
- Calcular la intensidad de una precipitación (litros/ $m^2$ ).
- Calcular las pérdidas de agua por escorrentía (litros/ $m^2$ ).
- Calcular las pérdidas de suelo por erosión (kg/ $m^2$  o toneladas/hectárea)

Ejemplo:

Recipiente de 20x15 cm = 0,03  $m^2$ ; Agua utilizada 250 ml = 0,25 litros

Suelo con vegetación: agua recogida = 12 ml; suelo recogido = 0,4 gramos

Suelo sin vegetación: agua recogida = 70 ml; suelo recogido = 4,7 gramos

Intensidad de precipitación = 8,3 litros/ $m^2$

Escorrentía: Suelo con veget. = 0,4 l/ $m^2$  (5% de precip.); Suelo sin veget. = 2,3 l/ $m^2$  (28% de precip.)

Erosión: Suelo con veget. = 0,1 Tn/ha; Suelo sin veget. = 1,6 Tn/ha

Se puede calcular también la cantidad de agua que se infiltra por la parte inferior del suelo y que contribuye a la recarga de acuíferos.

Discutir sobre los problemas ambientales, económicos y sociales que se relacionan con este proceso, como la erosión de suelos, el deficiente aprovechamiento del agua (ciclo hidrológico), sequías estivales, inundaciones periódicas en épocas de lluvia, colmatación de embalses y deterioro de infraestructuras por riadas.

Pensar en posibles soluciones al problema de la erosión. Buscar información sobre Técnicas de control de la erosión, Conservación y protección de suelos, Agricultura de conservación y Cubiertas vegetales.

Dependiendo del nivel educativo (Educación Primaria o Secundaria) se puede evaluar todo el proceso de forma cualitativa o cuantitativa.



## El suelo: La piel que nos protege

Entre las funciones más importantes que tiene el suelo está la de protección de los ecosistemas, ya que actúa como un auténtico filtro que protege al agua y a los seres vivos de la contaminación generada por el hombre.



### Objetivo:

Comprobar cómo el suelo es capaz de protegernos de la contaminación y ejercer un papel fundamental de filtro ambiental para el agua y los seres vivos.

### Materiales:

- 3 botellas de plástico
- Un trozo de tela fina
- Suelos diferentes (arenoso, carbonatado, rico en materia orgánica)
- Agua
- Vinagre y/o colorante alimentario
- Tiras de papel para medir pH

### Procedimiento:

- 1) Cortar la parte superior de las botellas a modo de embudos pequeños, tapar la boca con un trozo de tela fina y colocarlos en la parte inferior de las botellas.
- 2) Rellenar con diferentes tipos de suelos. Se recomienda elegir un suelo arenoso (arena de playa), un suelo carbonatado (comprobando previamente que reacciona con ácido clorhídrico), y un suelo rico en materia orgánica (de una maceta).
- 3) Preparar un "líquido contaminante", añadiendo a una botella de agua unas gotas de colorante alimentario o un vaso de vinagre (en este último caso, medir el pH).
- 4) Derramar el líquido contaminante sobre cada suelo, en cantidad suficiente para que se produzca filtración.
- 5) Recoger el líquido filtrado, observar color y medir de pH con las tiras de papel.



(video)



## Contenidos didácticos a plantear por el profesor

### Observar y discutir:

¿Qué ha ocurrido con el color del líquido contaminante en cada caso? ¿Qué ha ocurrido con el pH del líquido contaminante en cada caso? ¿Qué diferencias hay entre los distintos suelos?

### Conceptos básicos:

- El suelo como filtro frente a la contaminación
- El poder amortiguador de los suelos

### Comentarios generales:

El papel del suelo como filtro frente a la contaminación es importantísimo. El suelo es capaz de proteger las aguas subterráneas y superficiales frente a fenómenos de contaminación relativamente intensos. El suelo puede retener los contaminantes de forma permanente y no disponible para las plantas o animales.

En el caso de Educación Secundaria, se puede cuantificar el "poder amortiguador" del suelo frente a la contaminación por agentes contaminantes acidificantes, como pueden ser los compuestos derivados de la quema de combustibles y las emisiones industriales: dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

Ejemplo:

pH inicial del líquido contaminante = 3; ( $[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/l}$ )

pH del líquido tras ser filtrado por el suelo = 7; ( $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/l}$ )

El suelo ha reducido la acidez del líquido contaminante  $10^4$  veces.

Se pueden discutir también los cambios de coloración del "líquido contaminante" al pasar por el suelo (retención vs. modificación de la contaminación) y su relación con las distintas propiedades y constituyentes de los distintos suelos (arena, carbonato cálcico, materia orgánica). Los contenidos de esta experiencia se pueden adaptar fácilmente a los niveles de Educación Primaria o Secundaria realizando la valoración de forma cualitativa o cuantitativa.

Discutir sobre la importancia del suelo como protector de la contaminación en los ecosistemas. Comparar el papel amortiguador de la contaminación del suelo con el que poseen el agua o el aire.

Buscar información sobre:

- Accidentes de contaminación de suelos
- El poder amortiguador de los suelos frente a la contaminación
- El suelo como una bomba química del tiempo