



## Reconocimiento de suelos y gestión de la fertilización

---



*"Crops for Better Soil" Life 10 ENV ES 471*

Apuntes elaborados por: Asociación Vida Sana







## ÍNDICE

### 1.- Otro acercamiento al conocimiento del suelo

1.1.- El suelo como organismo vivo.....	5
1.2.- Las tres etapas de la vida del suelo.....	7
1.2.1.- La formación del suelo	
1.2.2.- La maduración del suelo	
1.2.3.- La erosión	
1.3.- Factores que intervienen en la formación del suelo.....	12
1.3.1.- La roca madre	
1.3.2.- Climatología	
1.3.3.- Topografía	
1.3.4.- La circulación del agua	
1.3.5.- Factor biótico	

### 2.- Reconocimiento de suelos

2.1.- Estudio del medio.....	17
2.1.1.- La roca madre	
2.1.2.- El clima	
2.1.3.- La estación topográfica	
2.1.4.- La circulación del agua	
2.1.5.- Flora espontánea	
2.2.- Observaciones del perfil del suelo.....	20
2.2.1.- Las observaciones	
2.3.- Test sobre el terreno.....	22
2.3.1.- Test de los carbonatos	
2.3.2.- Test de la acidez potencial	
2.3.3.- Test de la movilización del hierro	
2.3.4.- Test de la materia orgánica	
2.4.- Diagnóstico.....	24
2.4.1.- Materia orgánica	
2.4.2.- Aportes cálcicos	
2.4.3.- Bloqueos minerales	

Bibliografía.....	28
-------------------	----

Anexo 1: Cuaderno de campo.....	30
---------------------------------	----

Anexo 2: Como preparar un maletín de análisis.....	38
--	----





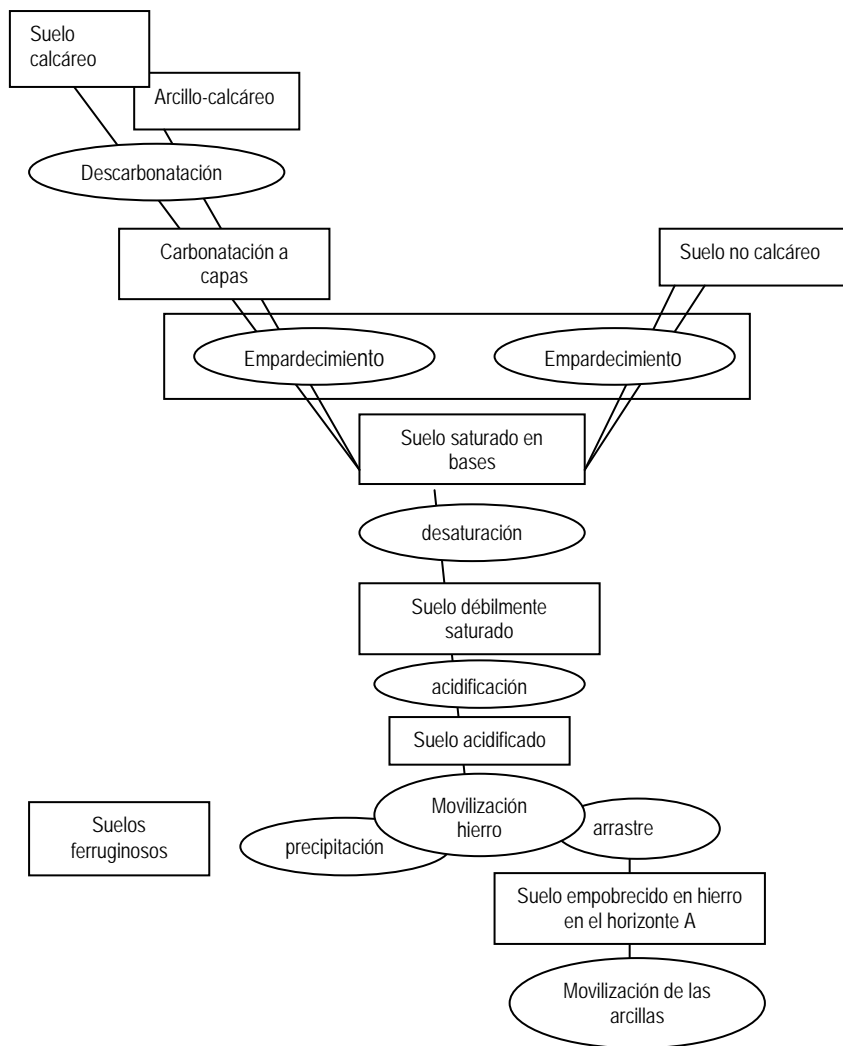
## 1.-OTRO ACERCAMIENTO AL CONOCIMIENTO DEL SUELO

### 1.1.-El suelo como organismo vivo

Al suelo se le ha venido definiendo como la formación natural de la superficie terrestre, de estructura no compacta y de espesor variable. Esta formación no es estable, sino que presenta una evolución en el tiempo, semejante a la que presentan todos los seres vivos: nace, se desarrolla y muere. Por esto se puede afirmar que el suelo "es un organismo vivo". La escala de tiempo de la vida de un suelo se mide en miles de años por lo que comparado con el tiempo de la vida humana, el suelo se presenta ante nuestros ojos como una formación estable.

Los suelos se forman a partir de la degradación de la roca madre y de los aportes de restos de materias orgánicas que se acumulan en la superficie. Las arcillas provenientes de la roca madre y el humus se unen formando el complejo arcillo-húmico. La culminación de este proceso es lo que se conoce como un suelo pardo que se corresponde con la madurez del suelo. Durante este periodo existe un equilibrio entre la formación y la degradación del complejo arcillo-húmico muy relacionada con la presencia de bases, especialmente el calcio, en el suelo. El envejecimiento del suelo se inicia cuando el proceso de degradación de la roca madre es incapaz de reponer las pérdidas de bases del suelo.

La evolución de los suelos puede esquematizarse de la siguiente forma:





Además, el suelo, como todo proceso biológico se encuentra englobado en un proceso más amplio que es el ciclo geológico donde la formación de suelo representa una ralentización de los fenómenos que entraña el transporte de los materiales erosionados.

## **1.2.- Las tres etapas de la vida del suelo**

### *1.2.1.- La formación del suelo o pedogénesis*

Esta primera etapa de la vida del suelo se caracteriza por:

- La alteración de la roca madre

Las rocas sufren en primer lugar una alteración física por la que se dividen en partículas más pequeñas que forman el armazón del suelo (piedras, gravas y limos). Posteriormente, los minerales que la constituyen se alteran químicamente de forma progresiva: primero dan lugar a los coloides minerales (arcillas, óxidos de hierro y aluminio), hasta llegar a los elementos minerales simples que los constituyen.

Estos dos procesos se pueden dar simultáneamente. La predominancia de uno sobre otro depende de las condiciones climatológicas. Para que se de la alteración química es imprescindible la presencia de agua en forma líquida y a su vez, la actividad química del agua está potenciada por la temperatura. Por esto, en los glaciares y en los desiertos la alteración de las rocas es fundamentalmente física y en un clima ecuatorial húmedo la alteración química es máxima

- Enriquecimiento en materias orgánicas

La materia orgánica procede de la vegetación y la fauna que coloniza el suelo. Al igual que la roca madre las materias orgánicas sufren una alteración. En primer lugar se dividen, pero sin cambiar su composición química. Posteriormente, se van alterando químicamente hasta dar lugar a los minerales



simples que las constituyen. La materia orgánica rica en carbono pasa por un estado intermedio: los coloides orgánicos o humus.

En el suelo se pueden encontrar básicamente dos tipos de materia orgánica: la Materia Orgánica Fácilmente Degradable (MOF) y el Humus Estable (HE). La diferencia entre una y otra es la velocidad de degradación o mineralización. El humus es el resultado de un proceso en el que la mineralización de la materia orgánica está ralentizada. En la naturaleza existen diferentes estrategias para lograr este objetivo y por tanto diferentes tipos de humus (recuadro 1).

*Humus bioestático o arcaico: se produce cuando en las plantas se encuentran sustancias que inhiben el desarrollo de los microorganismos que degradan la materia orgánica por lo que la ralentización de la mineralización no es debida a un proceso de humificación sino más bien a un proceso antibiótico del suelo. Las plantas más primitivas, como las coníferas son las que contienen estas sustancias y forman parte de la llamada "vegetación acidificante". El humus arcaico no se une a las arcillas para formar el complejo arcillo-húmico y favorece los procesos de lixiviado por la acidez que confiere al medio.*

*Humus geoquímico: Se produce en aquellos suelos con un elevado contenido de elementos "cementantes o envolventes", como son el carbonato cálcico, el óxido de hierro o las arcillas expansivas. Los microorganismos antes de poder acceder a la materia orgánica y mineralizarla, tienen que romper la costra que la envuelve lo que produce una ralentización del proceso de degradación.*

*Humus microbiano: Es la materia orgánica que forma parte de los cuerpos de los microorganismos.*

*Humus de polimerización. Se forma con la destrucción de las moléculas complejas de las plantas (celulosa y lignina) seguida por una reconstrucción de moléculas específicas (polimerización). Esta polimerización nunca es irreversible en condiciones edafológicas normales, por lo que es muy eficaz para crear una buena estabilidad estructural, a la vez que tiene un proceso de mineralización lenta. Este es el humus coloidal que forma parte del complejo arcillo-húmico.*

Recuadro 1: Tipos de humus

- Movilización de las sustancias formadas

El movimiento de los elementos formados en la degradación de la roca madre y la materia orgánica tiene un doble sentido, de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo. El movimiento descendente o de lavado (lixiviación) es el que domina en los climas húmedos, con alta pluviometría. El movimiento descendente afecta a los elementos minerales solubles como el calcio, hierro, magnesio, sodio, etc. y a las partículas coloidales cuando en el medio no hay elementos minerales que les sirvan de enlace (recuadro 2).





El movimiento ascendente se debe al transporte realizado por las raíces de las plantas y los animales del suelo, y a los fenómenos de capilaridad que se producen en los suelos donde dominan las partículas pequeñas (inferior a 2 micras) durante los periodos secos de al menos dos meses.

- Acumulación de elementos

Los elementos formados pueden acumularse en la superficie como ocurre con las partículas gruesas (arenas) o en profundidad como ocurre con los compuestos coloidales (arcilla y humus) y los minerales solubles.

El resultado es el empardecimiento del suelo, íntimamente ligado a la unión de los coloides o complejo arcillo-húmico (recuadro 2). Por este proceso, el suelo queda constituido por diferentes capas, llamadas horizontes. El conjunto de horizontes recibe el nombre de perfil pedológico.

La roca madre y la materia orgánica se degradan. Esto quiere decir que se van dividiendo en partículas de menor tamaño hasta dar lugar a los elementos minerales básicos que las constituyen.

En los primeros pasos de la división, las partículas tienen la misma composición que la materia de la cual proceden, es decir, una piedra tiene la misma composición que la roca que la ha originado, y un trozo de hoja la misma que la hoja antes de dividirse. Así, cuando se encuentran en este estado de división se puede reconocer su origen. Además, estas partículas no pueden unirse entre ellas para dar lugar a otro compuesto.

Cuando ha finalizado el proceso de simplificación y se han producido los elementos simples, ya no es posible reconocer su origen, distinguir se el hierro, el calcio, el magnesio etc que se encuentran en el suelo proceden de la roca o de la materia orgánica. Estos elementos simples pueden unirse entre ellos para dar lugar a un nuevo compuesto: por ejemplo, el fósforo y el calcio pueden unirse para formar apatito (fosfato cálcico). Entre el estado de división en que puede reconocerse el origen de las partículas y no pueden unirse entre ellas, y el estado en que no puede reconocerse su origen y pueden unirse para dar lugar a nuevos compuestos, existe un estado intermedio: el estado coloidal.

Los coloides que proceden de las rocas son las arcillas y los que proceden de la materia orgánica son los humus.

Cuando una partícula se encuentra en fase de coloide puede reconocerse su origen, se puede saber si procede de la roca o de la materia orgánica, pero en ella empieza a aparecer la característica de poder unirse a otras partículas. A diferencia de las partículas minerales simples, al unirse con otras partículas, los coloides no cambian, es decir, siguen teniendo la misma forma y composición.

Los coloides pueden unirse con moléculas de agua y entonces se dice que están dispersos. La dispersión de los coloides es lo que hace que se forme el barro o que el agua de lluvia al salir del perfil se encuentre turbia.

Los coloides pueden unirse a algunos elementos minerales simples como el calcio, el hierro, el magnesio, el sodio, etc. estos elementos minerales hacen que los coloides se unan entre sí formando agregados y entonces se dice que los coloides se encuentran floculados. Cuando están floculados, unidos mediante elementos simples es cuando forman el complejo arcillo-húmico. No todos los elementos minerales simples unen a las partículas coloidales con la misma estabilidad. Hay minerales que se unen más fácilmente con el agua desuniéndose de las partículas coloidales, que dejan de estar formando agregados. El calcio y el hierro son los elementos minerales que se unen de forma más estable a los coloides del suelo.



El complejo arcillo-húmico procede por tanto de la parte orgánica y de la parte mineral del suelo. Tiene tres propiedades fundamentales, de las que dependen en gran medida las características físicas, químicas y biológicas del suelo:

- Actúa como un cemento que une a las partículas del suelo dando lugar a una estructura estable.
- Retienen a las partículas minerales simples de forma que la planta puede tomarlas cuando las necesita.
- Retiene el agua como si fuera una esponja impidiendo que abandone rápidamente el suelo.

Recuadro 2: Las arcillas y el humus son coloides

El doble origen del suelo			
Mineral		Orgánico	
Roca madre que puede sufrir dos tipos de alteración según el clima		Restos y residuos orgánicos que forman el manto, del que existen dos tipos	
Clima tropical y ecuatorial	Clima templado	Manto Ej: hojas	Capa acidificante Ej: resinosas
Alteración brutal de la roca madre	Transformación suave y progresiva de la roca madre	Manto triturado rápidamente por la fauna del suelo y oxidada	Manto triturado y oxidado lentamente
Moléculas pequeñas	Arena	Acción de los microorganismos	Débil acción de los microorganismos
Recristalización de algunas moléculas	Limos	Humus oscuro Polimerización	Compuestos tóxicos tipo polifenoles Polimerización
Arcillas recientes	Arcillas antiguas	Humus gris	Humus
Complejo arcillo-húmico			
Las arcillas se fijan al humus gracias al calcio, al magnesio, el hierro y el aluminio			

Fuente: Bourguignon, 1989

### 1.2.2.- La madurez del suelo

Si pudiéramos observar la evolución de un suelo, veríamos como crece por sus dos extremos: por la base a partir de la roca madre, y por la superficie a partir de los que se conoce como lecho forestal. La velocidad de crecimiento está condicionada por las características del clima: en las zonas frías el suelo puede tardar en formarse 10.000 años, mientras que en las zonas ecuatoriales se forma en 100 años. También el clima determina el espesor de cada uno de los horizontes del suelo.

En el horizonte A domina la materia orgánica sobre la mineral. La materia orgánica procede de los restos vegetales y los desechos animales.



El horizonte B está constituido por una mezcla de materias orgánicas y minerales. La parte superior es más rica en materias orgánicas y la parte inferior tiene mayor contenido en materias minerales.

El horizonte C, puramente mineral, está formado por la roca madre en distintos estados de fragmentación.

### *1.2.3.- El envejecimiento del suelo o erosión*

La erosión entraña la separación de los elementos que forman el complejo arcillo-húmico. La erosión es la inversión del proceso de nacimiento de los suelos. En lugar de la unión de las arcillas y el humus se produce una separación y degradación de estos elementos. En una primera etapa de la erosión, son los elementos minerales que unen a las arcillas y al humus los que se movilizan (principalmente el calcio y el hierro). Posteriormente son las arcillas las que se pierden y en último lugar el humus. Es un proceso que puede tener un origen natural, como es el caso de los desiertos actuales donde la ausencia prolongada de lluvias impide el desarrollo vegetal y por lo tanto la presencia de lecho forestal (horizonte A). El hombre también puede ser agente activo de la erosión de los suelos, ya sea con la degradación de la vegetación, por la tala completa de bosques, el sobrepastoreo o la quema o por las malas prácticas agrícolas como no basar la fertilización en el aporte de materias orgánicas, el labrar las laderas en el sentido de la pendiente, dejar el suelo desnudo o la aplicación de pesticidas.

Los primeros estadios de erosión del suelo están caracterizados por tres procesos en el siguiente orden:

- Desaturación en bases debido a la incapacidad de la roca madre de sustituir las bases que se pierden del perfil.
- Acidificación por la pérdida de bases en el complejo arcillo-húmico
- Movilización del hierro por la destrucción del complejo arcillo-húmico



Los fenómenos que se han descrito en la formación del suelo se dan contantemente durante toda la vida de un suelo. La diferencia entre las tres etapas es su importancia relativa: durante el crecimiento predominan los procesos de degradación de la roca madre y enriquecimiento de materia orgánica sobre los fenómenos de pérdida de elementos, durante la madurez los procesos se encuentran equilibrados y en la erosión dominan los procesos de movilización sobre los de degradación y acumulación.

### **1.3.- Factores que intervienen en la formación del suelo**

#### *1.3.1.- La roca madre*

En edafología se entiende por roca madre al perfil mineral que da origen al suelo. Lo que interesa conocer de la roca madre es:

- Dureza

Indica la velocidad con la que se degrada la roca y por tanto su capacidad en proporcionar elementos minerales al suelo. Está determinada por los minerales que la constituyen y el grado de cristalización. Las rocas formadas por diferentes tipos de minerales son más fácilmente degradables que aquellas formadas por un número reducido de minerales. En las rocas volcánicas, su alterabilidad viene determinada por el contenido en sílice: cuanto mayor es el contenido en sílice mayor es su resistencia.

La formación del suelo es lenta sobre rocas duras o sobre rocas blandas poco permeables y es rápida sobre rocas permeables y ricas en minerales alterables como el granito.

- Composición

Determina el tipo de elementos minerales que vamos a encontrar en el suelo y por tanto si va a ser rico o pobre en nutrientes esenciales para la vida de las plantas.

Además indica la capacidad de saturar el suelo en bases en función de si la roca es ácida o básica. También es importante saber si en su degradación se pueden formar arcillas mineralógicas (silicato de aluminio hidratado)



- Tipo de estructura que originan

La naturaleza de la roca madre tiene influencia en la formación del complejo arcillo-húmico. En las rocas sedimentarias no consolidadas el lavado de arcillas es más intenso que en rocas volcánicas. Sobre rocas arenosas, pobres en minerales fácilmente alterables el complejo se forma con dificultad debido a la escasez de arcillas y de elementos minerales de enlace. En suelos formados sobre rocas calizas, la humificación está bloqueada ya que la cal activa insolubiliza los compuestos precursores de la formación del humus.

### 1.3.2.- El clima

Los factores climáticos que mayor incidencia tienen en la formación del suelo son la temperatura y la pluviometría.

- Temperatura:

Es básica para asegurar la actividad de los microorganismos que intervienen en el ciclo de la materia orgánica. Sólo cuando en el suelo se alcanzan temperaturas de 10°C éstos pueden iniciar su actividad. En los suelos fríos la materia orgánica se degrada con dificultad acumulándose en el suelo. Al contrario en climas cálidos la materia orgánica se mineraliza rápidamente siempre que el agua no resulte un factor limitante.

- Pluviometría

Condiciona el mayor o menor lavado de los elementos del perfil del suelo. Cuando se superan los 700 mm anuales, el riesgo de que los elementos minerales que se forman sean arrastrados por el agua de lluvia es elevado, al igual que en zonas con menos pluviometría anual pero con la lluvia concentrada en periodos cortos.

### 1.3.3.- Topografía

El relieve juega un papel muy importante en la formación del suelo por su incidencia sobre la circulación del agua y el movimiento de los elementos que



ésta arrastra. En general, podemos encontrar tres situaciones dentro de un perfil topográfico o, dicho de otra forma, tres tipos de estaciones topográficas:

- Estación percolante

Corresponde a los puntos situados en la parte elevada de una pendiente. Allí los movimientos del agua dentro del perfil son verticales. No reciben aportes de material provenientes de otras zonas.

- Estación drenante

Son los puntos que se encuentran a lo largo de una pendiente. Los movimientos del agua son oblicuos. Son suelos que maduran con dificultad debido a la destrucción de los horizontes por la erosión.

- Estación confinante

Son los puntos que se encuentran en los fondos de valles. Reciben materiales de las partes más elevadas y por tanto pueden tener propiedades diferentes a las que les correspondería por la naturaleza de la roca madre a partir de la que se han originado. Los movimientos del agua son verticales.

#### 1.3.4.- *Circulación del agua*

Es la resultante de la interacción de las propiedades de la roca madre, más o menos permeable, la topografía y la climatología. Los dos primeros factores determinan la salida o la permanencia del agua en el perfil y por tanto la acción química del agua sobre las rocas y la permanencia de los elementos minerales formados. También se puede producir una saturación temporal o permanente de los poros por el agua dando origen a humus de mala calidad. La climatología determina los movimientos del agua dentro del perfil. Cuando la precipitación es superior a la evapotranspiración potencial (suma de la cantidad de agua evaporada por el suelo y transpirada por las plantas) dominan los movimientos descendentes. En el caso contrario, siempre que la evapotranspiración supere a la precipitación durante dos meses y el suelo tenga una textura arcillosa, dominan los movimientos ascendentes.



La velocidad con que el agua circula dentro del perfil determina el color del mismo: los tonos rojizos señalan la presencia de hierro oxidado lo que indica que el agua circula con rapidez. Los tonos amarillos corresponden al hierro hidratado e indican una circulación lenta del agua. Cuando el suelo adquiere todos grisáceos acompañados de mal olor son señal de la presencia de hierro reducido y por tanto de agua que circula con dificultad.

#### *1.3.5.- Factor biótico*

El suelo alberga una gran cantidad de vida que colabora de forma activa en todos los procesos de su formación desde la degradación de las rocas y la materia orgánica hasta la formación del complejo arcillo-húmico. La actividad biológica del suelo está condicionada por su estructura y a la vez, los microorganismos del suelo colaboran activamente en la formación de dicha estructura.

El tipo de vegetación que se instala sobre el terreno tiene una notable influencia sobre la pedogénesis, a través del tipo de humus que da origen: la vegetación mejorante (frondosas) favorecerá la formación de estructura, mientras que una vegetación acidificantes (coníferas) favorecerá los procesos de erosión.







## 2.- RECONOCIMIENTO DE SUELOS

### 2.1.- Estudio del medio

#### 2.1.1.- Roca madre

Los datos que interesan conocer de la roca madre proceden de dos fuentes: los que se obtienen mediante la consulta de la información disponible sobre la geología del lugar (por ejemplo el mapa geológico de España realizado por el Instituto Geológico y Minero) y los que se obtienen a partir de observar el terreno. Los datos que se pueden obtener a partir de un mapa geológico son: naturaleza de la roca, dureza, elementos minerales que puede producir en su degradación y tipo de arcilla dominante en la degradación. Los datos obtenidos a partir de fuentes bibliográficas se han de contrastar con las observaciones. Estas observaciones se realizan sobre las piedras que se encuentran en el perfil pedológico. La primera cuestión interesante es conocer si las piedras son del lugar o si por el contrario, proceden de arrastres. Las piedras con aristas redondeadas han sido arrastradas y por tanto no son originarias del lugar y el suelo tiene un origen aluvial. Las piedras con aristas vivas son fragmentos de la roca subyacente y por tanto el suelo se ha originado a partir de la roca presente en el subsuelo.

A partir de un corte fresco de una piedra se pueden realizar las siguientes observaciones:

- Si la roca es calcárea o no. Para ello se ponen unas gotas de ácido diluido que produce una efervescencia cuando la roca es calcárea. El tamaño de la burbuja señala el mayor o menos contenido en caliza activa.
- Dureza. Para saber si la roca es fácilmente alterable o no. Se determina a partir de la dureza del objeto con que se puede rallar la roca:
  - Se ralla con la uña: Roca blanda fácilmente alterable



- No se ralla con la uña pero sí con un cuchillo de acero: roca más dura, más difícilmente alterable.
  - No se ralla con un cuchillo de acero: Roca muy dura. A corto plazo juega un papel esencialmente mecánico, facilitando la circulación del agua.
- Estructura: Determina en gran medida la textura que tendrá el suelo que origina. Las rocas con granos más gruesos dan lugar a suelos arenosos y las rocas con grano fino dan lugar a suelos de textura fina. La estructura de una roca puede ser:
    - Grosera: componentes visibles, granos gruesos.
    - Media: granos muy finos o en pasta
    - Porfirica: Granos gruesos aislados en una pasta fina
    - Amorfa: Aspecto de un vidrio o gel endurecido
  - Riqueza en hierro: Las rocas relativamente ligeras y claras son pobres en hierro mientras que las más pesadas y oscuras son ricas en hierro
  - Composición mineral: Algunos minerales como la mica o el cuarzo son fácilmente reconocibles.

### 2.1.2.- El clima

El Instituto Meteorológico publica anualmente el "Calendario Meteorológico" donde aparecen datos climáticos, fenológicos e hidrometeorológicos. Los datos que se pueden obtener de él son de carácter general para la zona donde se encuentre ubicada la parcela sometida a estudio. Los parámetros fundamentales que se han de tener en cuenta son: la pluviometría y repartición en el año, la temperatura máxima y mínima de cada mes y la ETP de cada mes. Con estos parámetros podemos conocer si el carácter del clima es mineralizante (periodo con temperatura del suelo superior a 10°C y humedad), si favorece la estabilización de la materia orgánica (propiciada por



las alternancias estacionales acusadas) o si favorece los fenómenos de lixiviación (Cuando la pluviometría es superior a la ETP).

Las condiciones climáticas generales son modificadas por las condiciones microclimáticas, especialmente en lo que se refiere a temperatura y humedad. Es conveniente observar la presencia de masas de vegetación arbórea importantes o de agua, que van a suavizar las temperaturas extremas y a aumentar el grado de humedad y por lo tanto van a favorecer los procesos de mineralización de la materia orgánica. La orientación también es importante: las parcelas orientadas al norte son más frías y húmedas que las orientadas al sur. Lo mismo sucede con las parcelas situadas en fondos de valle en relación con las situadas a media ladera o en las partes altas donde la mineralización de la materia orgánica es menor en relación con exposiciones más templadas.

#### *2.1.3.- La estación topográfica*

Conviene describir si nos encontramos en una estación percolante, drenante o confinante para poder interpretar algunos resultados que se obtienen en el estudio del perfil pedológico como la presencia de determinados elementos.

#### *2.1.4.- La circulación del agua*

Se puede hacer una predicción de la forma dominante de la circulación del agua en la parcela, conjugando los datos climatológicos, la textura del suelo, la roca madre y la estación topográfica. Esta aproximación teórica puede ser contrastada posteriormente en la observación del perfil, a través del color de los horizontes y de la humedad.

#### *2.1.5.- La flora espontánea*

El suelo alberga una gran cantidad de vida que colabora de forma activa en todos los procesos de su formación, desde la degradación de la roca madre y de la materia orgánica hasta la formación del complejo arcillo-húmico. La



actividad biológica del suelo está condicionada por la estructura del suelo y a su vez, los microorganismos del suelo colaborar activamente en la formación de dicha estructura.

El tipo de vegetación que se instala sobre el terreno tiene una notable influencia sobre la pedogénesis, a través del tipo de humus que da origen: la vegetación mejorante favorecerá la formación de estructura, mientras que una vegetación acidificante favorece los procesos de erosión.

Es interesante observar la vegetación que rodea la parcela, ya sea espontánea o cultivos, así como la vegetación espontánea de la parcela. La vegetación es el fruto de la conjugación de las condiciones edáficas y climáticas del lugar: una vegetación abundante y diversa es indicadora de un medio fértil, el dominio de plantas en roseta indica suelos pesados con problemas de circulación del agua y en cambio, un dominio de plantas con porte erecto indica suelos bien aireados y secos.

## **2.2.- Observaciones del perfil del suelo**

La prospección del terreno se realiza mediante la realización de calicatas que permitan la observación del perfil edáfico. Deben hacerse tantas calicatas como suelos diferentes se encuentren en la parcela de estudio. Hay que recordar que las diferencias entre suelos se deben a sus características genéticas y el trato que debe recibir vendrá condicionado por ellas. Por lo que, previsiblemente, en una misma parcela que presente diferentes tipos de suelos, cada suelo tendrá que ser tratado de forma diferente si lo que se pretende es aumentar la fertilidad.

Hay una serie de datos que sólo son observaciones u otros que se obtienen a partir de sencillos test. El material necesario para realizar la toma de datos del perfil pedológico es: una azada, un cuchillo de campo o espátula, una lupa tipo cuentahilos, un metro, agua desionizada, tiras de pH, papel de filtro tipo Whatman 3 y los siguientes reactivos:



- Ácido fuerte diluido (ácido sulfúrico diluido al 37% o ácido clorhídrico diluido al 50%)
- Cloruro potásico (20 g/l)
- Tiocianato de potasio (12 g/l)
- Agua oxigenada 110 vol (33 %)

### 2.1.1.- Las observaciones

- Profundidad del perfil y grosor de cada horizonte
- Color de cada horizonte y forma de transición: si es limpia o no, si el cambio de color es progresivo o presenta contrastes fuertes de color. El color del suelo está determinado esencialmente por la circulación del agua, a través de la coloración del hierro: rojo cuando está oxidado. Amarillo cuando está hidratado y gris azulado cuando está reducido. La homogeneidad en la coloración indica la homogeneidad con la que circula el agua.
- Humedad, tocando los diferentes horizontes se miran las diferencias comparativas de humedad.
- Presencia de piedras en cada uno de los horizontes, cantidad, tamaño, forma.
- Textura. Se determina mediante la impresión táctil que se obtiene al hacer deslizar entre los dedos una muestra que esté húmeda, en el punto de adherencia: si la sensación es de azúcar el suelo es predominantemente arenoso, si es de jabón es limoso y si es enganchosa es arcilloso. Una valoración aproximada del porcentaje de arcilla se puede obtener mediante el siguiente test:

-Tomar una cantidad de muestra que se pueda contener en la palma de la mano.

-Eliminar los elementos groseros.

-Humedecer la muestra hasta el punto de adherencia, si es necesario.



- Intentar hacer un cilindro de 3 mm de diámetro. Si no se puede hacer la muestra tiene menos de un 10% de arcilla.
  - Si el cilindro de 3 mm se puede hacer, intentar hacer un "croissant". Si no es posible la muestra tiene menos de un 15% de arcilla.
  - Si el croissant es posible intentar hacer una rosquilla. Si no es posible la muestra contiene entre un 15 y un 20% de arcilla. Si es posible la muestra tiene más de un 20% de arcilla.
- Estructura. La observación de la estructura se realiza en cada horizonte con la ayuda de un cuchillo. Se pueden distinguir los siguientes tipos:
    - Estructuras primitivas:
      - Estructura particular (aspecto de arena, en seco ofrece poca resistencia y mojada no es moldeable).
      - Estructura fibrosa de los suelos humíferos (aspecto de fieltro), seca resiste bien y mojada se encuentra esponjada.
      - Estructura nuciforme (aspecto de cemento resquebrajado), en seco se rompe y mojada se disgrega.
    - Estructuras evolucionadas:
      - Estructura pseudogrumosa (grumos débiles), seca se desmorona fácilmente con la mano y mojada es moldeable.
      - Estructura grumosa (grumos) se desmorona difícilmente y no es moldeable.
      - Estructura poliédrica (aspecto de pequeños cubos), en seco se desmorona con ayuda de una mano de mortero y mojada se moldea bien.
    - Estructuras degradadas:
      - Estructura masiva: aspecto de arcilla para modelar.
  - Presencia de raíces en cada uno de los horizontes, cantidad y distribución.



- Materia orgánica. Se trata de observar la presencia de materia orgánica no descompuesta.
- Manchas. Observar si hay presencia de manchas en cada uno de los horizontes indicando su tamaño y color.

### **2.3.- Test sobre el terreno**

#### *2.3.1.- Test de los carbonatos*

Con este test se pretende determinar la presencia de caliza activa y su actividad. Los materiales necesarios para hacerlo son una placa de porcelana, un cuchillo de campo y ácido diluido como reactivo.

Modo operativo:

- Se coge una muestra de suelo, se pone sobre la porcelana y se apartan con el cuchillo de campo los elementos groseros.
- Se ponen unas gotas de ácido diluido
- Se observa y escucha la reacción. Se pueden dar los siguientes casos:

Carbonatación 3: Se produce un fuerte burbujeo como espuma de jabón

Carbonatación 2: Se produce un burbujeo suave como espuma de champán.

Carbonatación 1: No se puede observar el burbujeo pero se escucha.

Carbonatación 0: No se produce reacción

#### *2.3.2.- Test de la acidez potencial*

Es el resultado de la diferencia de pH medido en agua y en cloruro de potasio. Este test sólo es útil en el caso de suelos donde el test de carbonatación ha sido 0 y permite saber si el suelo está sufriendo un proceso de acidificación o



simplemente es ácido debido a su genética. Cuando la diferencia entre las dos medidas de pH es superior a 1 entonces el suelo ha entrado en un proceso de acidificación y por tanto ha iniciado su envejecimiento.

### 2.3.3.- Test de la movilización del hierro

El objetivo es conocer si en el suelo se producen procesos de lixiviación. Sirve para detectar la presencia de hierro oxidado en el suelo. Normalmente el hierro oxidado se encuentra en mayor medida en la superficie del suelo ya que es donde hay mayor presencia de oxígeno. Si el hierro oxidado predomina en profundidad es que se producen procesos de lixiviación que lavan el hierro de la superficie y lo arrastran a las capas profundas.

Los materiales necesarios son: cuchillo de campo, dos placas para colocar las muestras de tierra, papel de filtro Whatman 3, ácido diluido y tiocianato de potasio.

Modo operativo:

- Se coge una muestra del suelo del horizonte superficial y otra del horizonte profundo y se ponen sobre las placas, una al lado de la otra.
- Se ponen unas gotas de ácido en las muestras, se coloca encima el papel de filtro y sobre el papel se ponen unas gotas de tiocianato.
- Se observa la reacción colorimétrica que se produce. El color que aparece va desde el rojo vino tinto hasta al rosado. Cuanta más intenso es el color mayor es la presencia de hierro oxidado.

### 2.3.4.- Test de la materia orgánica

Con este test se pretende conocer si existe lixiviación de la materia orgánica fácilmente degradable. De forma natural la materia orgánica se encuentra en mayor cantidad en la superficie del suelo. Si se acumula en las capas más profundas es debido a fenómenos de lavado.

El material necesario para realizar esta prueba son una placa de porcelana y agua oxigenada.





Modo operativo:

- Se coge una muestra de tierra del horizonte superficial y otra del horizonte profundo y se colocan en la porcelana.
- Se ponen unas gotas de agua oxigenada a cada una de las muestras
- Se observa la reacción. Si en la muestra hay MOFD se produce un burbujeo más o menos intenso en función de la cantidad.

## **2.4.- Diagnóstico**

El objetivo final del reconocimiento de suelos es conocer cual es la fertilidad potencial del suelo y la manera en que deben aportarse las diferentes materias fertilizantes en función de las características genéticas del suelo y de los procesos que en él se están produciendo.

La base de la fertilidad del suelo es el complejo arcillo-húmico ya que sin una buena estructura las plantas no pueden acceder de forma eficiente a los nutrientes. Por tanto, el plan de fertilización debe basarse en realizar todas aquellas acciones que favorezcan la formación de complejo arcillo-húmico y ralenticen su destrucción si el suelo ha iniciado un proceso de envejecimiento. Ya que no podemos modificar el contenido de arcillas de un suelo, los esfuerzos deben dirigirse al aporte de materia orgánica y elementos de enlace, básicamente calcio, aunque también es interesante conocer si existen bloqueos de elementos minerales ligados a diferentes motivos.

### *2.4.1.- Materia orgánica*

Es la base de la fertilización en agricultura biológica. Los aspectos que nos interesan son:

- Tipo de materia orgánica: Interesa distinguir entre fuentes de humus estable (HE) y fuentes de materia orgánica fácilmente degradable (MOFD). Es importante que en el suelo exista un equilibrio entre los dos tipos de materia



orgánica. El HE sirve para estabilizar la estructura y la MOFD es un aporte rápido de nutrientes para las plantas. Tanto una como otra pueden determinarse en el laboratorio pero a partir de observaciones podemos deducir si en un suelo predomina una u otra. Factores que tienen influencia son: el clima, la rotación de cultivos, el entorno de la parcela, el pasado de la parcela, el laboreo del suelo, la textura del suelo y la genética del suelo. Analizando estos factores podemos establecer un balance para ver si existe un equilibrio o una predomina sobre la otra. Si en nuestra parcela predominan los factores que van a favor de la formación de HE debemos aportar fuentes de MOFD. Por el contrario si los factores favorecen la mineralización de la materia orgánica debemos aportar fuentes de HE.

- Cantidad a aportar: Depende de las características genéticas del suelo principalmente del contenido de arcillas ya que son estas las que sirven de almacén a los nutrientes. Para conocer la cantidad de los aportes que deben realizarse en un suelo se define un Coeficiente de Fijación que depende de la cantidad de arcillas, la calidad de arcillas, el espesor del perfil y la cantidad de arena. Este coeficiente se mide en laboratorio pero a partir de las observaciones podemos deducir si es alto, medio o débil. Cuanto mayor sea el porcentaje de arcillas y mayor la profundidad del perfil mayor será el coeficiente de fijación. Un coeficiente de fijación alto indica que podemos aportar cantidades grandes de materia orgánica ya que el suelo tiene capacidad para fijarla. Asimismo los aportes pueden ser más espaciado y limitarse por ejemplo a una vez al año o cada dos años. Por el contrario cuanto menor sea el coeficiente de fijación menor cantidad se puede aportar y por tanto debe hacerse más frecuentemente.
- Momento de aplicación: El momento en que deben realizarse los aportes depende del objetivo que se persiga. Las épocas en que las condiciones climáticas favorecen la mineralización son adecuadas si el objetivo es obtener rápidamente nutrientes para las plantas. Si se pretende aumentar los niveles de HE las aplicaciones es mejor realizarlas cuando no se dan condiciones mineralizantes. Las épocas donde existe peligro de lixiviación no son buenas para realizar aportes.



#### 2.4.2.- Aportes cálcicos

Los aportes cálcicos son necesarios en aquellos suelos donde el test de carbonatos es 0. La falta de calcio en el suelo puede deberse a dos causas: la roca es de genética ácida o se trata de un suelo donde todo el calcio existente ya se ha perdido debido a los procesos de degradación. En el primer caso se trata de un suelo maduro y en el segundo caso de un suelo que está envejeciendo. El segundo tipo de suelo es mucho más frágil que el primero y todas las labores que se realicen en él deben llevarse a cabo con la máxima precaución. Para saber si estamos frente a un tipo de suelo u otro se utiliza el test de la acidez potencial.

- Tipo de aportes: Los aportes cálcicos pueden ser básicamente de dos tipos en función de su valor neutralizante. Si el valor neutralizante es inferior al 50% se trata de una fuente de cal de liberación lenta (rocas calizas duras, gruesas) y si es superior al 50% es una fuente de cal de liberación rápida (rocas calizas blandas, trituradas finas, algas calcáreas). Utilizaremos uno u otro en función de la actividad de los microorganismos de ese suelo ya que son ellos quienes van a mineralizarlo e introducirlo en el suelo. Para tener una idea aproximada nos basaremos en el tipo de materia orgánica que domina en el suelo. Si domina el HE es que la mineralización no es buena y aportaremos una fuente de cal de alteración rápida. Al contrario si domina la MOFD aportaremos una fuente de cal de liberación lenta.
- Cantidad: Igual que en el caso de la materia orgánica, depende del coeficiente de fijación de cada suelo. Además debemos tener en cuenta que un suelo en proceso de acidificación los aportes de cal no pueden ser excesivos ya que no son capaces de asimilarla rápidamente.
- Ritmo de aplicación: Depende de la climatología y del tipo de cal utilizada. Las fuentes de cal con un valor neutralizante menor del 50% pueden aplicarse a un ritmo menor. El ritmo debe aumentar en suelos degradados ya que como se ha indicado las cantidades han de ser pequeñas.



### 2.4.3.- Bloqueos de minerales

La cantidad de elementos solubles que se señalan en los análisis convencionales y que son necesarios para la vida de las plantas, no siempre se encuentran en el suelo de forma disponible para estas. Existen una serie de circunstancias que pueden favorecer los procesos de asimilación y las plantas pueden obtener elementos minerales en cantidades que no aparecen en los análisis, igualmente en el suelo se dan procesos por los que los elementos dejan de ser asimilables aunque se encuentren en grandes cantidades en el suelo.

La siguiente tabla resume las principales causas de carencias:

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
<b>Causas ligadas a la fertilización</b>												
Encalado excesivo		*	*		*	*	*		*	*		*
Exceso de nitrógeno			*			*	*	*	*		*	
Exceso de ácido fosfórico								*	*			*
Exceso de potasio					*							
Exceso de manganeso		*							*		*	
Exceso de hierro		*								*	*	
Exceso de azufre											*	
Exceso de cobre									*		*	
Exceso de zinc		*						*	*			
Ca/Mg elevado									*			
Carencia de potasio			*						*			
<b>Causas ligadas al suelo</b>												
Elevado contenido en caliza activa	*	*			*	*	*	*	*	*		*
pH elevado		*					*	*	*	*		*
pH débil		*	*		*					*	*	
Alto contenido en materia orgánica								*		*		
Bajo contenido en materia orgánica							*					*
Falta de aireación									*			
Riego excesivo-lixiviado	*				*	*	*	*	*	*		*
Alta humedad del suelo		*			*	*			*			*
Drenaje insuficiente					*				*	*		*
Sequía				*	*		*			*	*	
Nematodos		*							*	*		*
<b>Causas ligadas a las condiciones climáticas</b>												
Bajas temperaturas		*			*	*			*	*	*	*
Altas temperaturas									*			
Fuerte insolación							*		*			



## BIBLIOGRAFÍA

BOURGUIGNON, C (1989). El suelo, la tierra y los campos. Ed. Asociación Vida Sana.

DUCHAUFOR, P. (1987). Manual de edafología. Ed. Masson, SA

GAUCHER, G (1971). Tratado de pedología agrícola. El suelo y sus características agronómicas. Ed. Omega.

HERODY, Y. (1999). Conocimiento del suelo. Tomo I: El modelo básico. Ed. Biolur Navarra.

PLASTER, E.J. (2000). La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo. Madrid.

VARIOS (1987). II Congreso de Agricultura Biológica. La Fertilidad del Suelo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.





## ANEXO 1: CUADERNO DE CAMPO

---







## ESTUDIO DEL MEDIO

### *Roca Madre*

Naturaleza	Elementos minerales que contiene	Dureza	Grado de alteración

### *Clima*

	E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D
Temperatura max												
Temperatura min												
Pluviometria												
ETP												
Déficit hídrico												

### **Condiciones microclimaticas**

Orientación:

Presencia de masa de agua:



## ***Estación topográfica***

### **Perfil topográfico**

<b>Perfil nº</b>	<b>Confinante</b>	<b>Percolante</b>	<b>Drenante</b>

### ***Circulación del agua***

<b>Perfil nº</b>	<b>Superficial</b>	<b>Sub-superficial</b>	<b>Profunda descendente</b>	<b>Profunda ascendente</b>

### ***Vegetación colindante***



## ESTUDIO DEL PERFIL TOPOGRÁFICO

Profund. y Transición	Color	Humedad	Presencia de piedras	Textura	Estructura	Presencia de raíces	Materia orgánica	Manchas	Test carbonatos	pH agua	pHKCl	Moviliz. hierro



## DIAGNOSTICO E INTERPRETACIÓN

### *El Coeficiente de fijación*

Lo que dice en favor de un C.F.	Elevado	Medio	Débil
Tasa de arcilla			
Calidad de las arcillas			
Espesor del perfil de enraizamiento			
Equivalente-arena			

### **Balance:**

¿Cuál es vuestra hipótesis para el C.F.?

### *La actividad de la materia orgánica*

Lo que dice en favor de	Humus estable	M.O. Fugitiva
Clima		
Rotación		
Aportes efectuados		
Entorno de la parcela		
Pasados de la parcela		
Laboreo del suelo		
Textura del suelo		
Genética del suelo		
Circulación del agua		
Sensibilidad al lexiviado		
<b>Balance</b>		

¿Qué gestión de aportes orgánicos parece óptima?



## ***Los aportes cálcicos***

¿Son necesarios?

¿En qué forma?

- Carbonatos groseros, molidos, pulverizados, margas, lithotamne
- Cal

¿Qué grosor de las partículas?

¿En qué cantidad?

## ***Estado estructural del suelo***

Perfil nº	descarbonatación	empardecimiento	descalcificación	acidificación	lavado

## ***La riqueza en minerales***

¿Cuáles son los bloqueos o antagonismos posibles?

¿Hay riquezas o carencias aparentes?

¿Cómo mejorar la disponibilidad de los elementos?





## ANEXO 2: COMO PREPARAR UN MALETÍN DE ANÁLISIS







## MATERIAL NECESARIO



- 1.- Una caja o maletín para llevar todo el material
- 2.- 6 botellas de plástico o vidrio de unos 100 ml de capacidad para los reactivos. Una de las botellas se utiliza para llevar agua por si es necesario humedecer muestras, lavar recipientes, etc. Esta botella puede ser de mayor capacidad (podemos reciclar una botella pequeña de agua)
- 3.- 5 botes pequeños, cuatro para medir el pH y uno para llevar el papel de filtro sin que se moje. Son muy útiles los botes de carretes de fotos.
- 4.- Una jeringa de 5 ml
- 5.- Una jeringa de 10 ml
- 6.- Tiras o papel para medir el pH. Es interesante que el rango de medida sea como mínimo de 0.5

Reactivos:



- Ácido clorhídrico o sulfúrico
- Agua oxigenada
- Agua desionizada o destilada

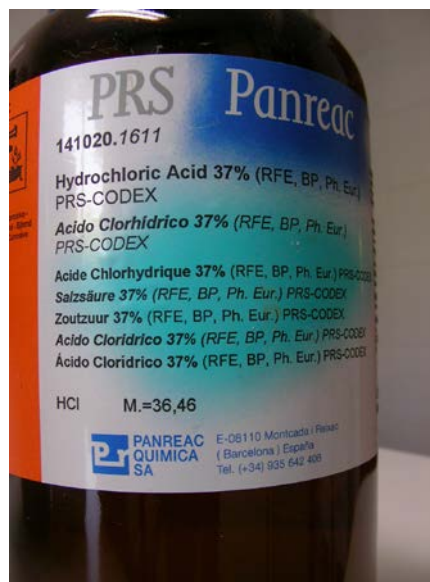


- Cloruro de potasio
- Tiocianato de potasio



## PREPARACIÓN DE LOS REACTIVOS

### Ácido diluido



Se puede utilizar ácido clorhídrico o ácido sulfúrico. El ácido clorhídrico se diluye al 50% con agua desionizada y el sulfúrico al 30%.

La dilución se ha de realizar en un recipiente de vidrio Pirex resistente al calor ya que la reacción desprende mucho calor. Es MUY IMPORTANTE poner primero el agua en el recipiente y luego verter el ácido encima. Si la operación se realiza al revés se produce una reacción muy violenta que puede producirnos graves quemaduras.

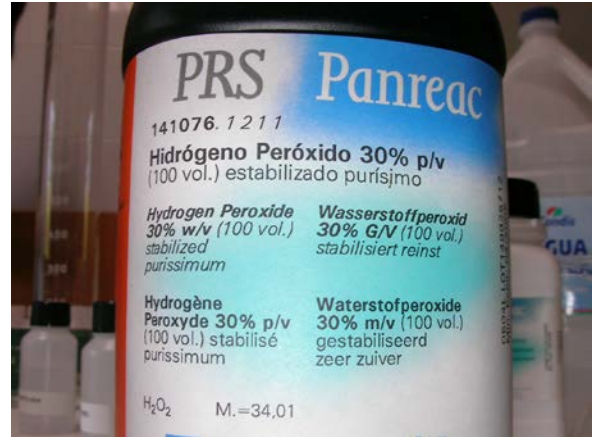
Para 100 ml de solución de ácido diluido se necesitan 50 ml de ácido clorhídrico y 50 ml de agua desionizada o bien, 30 ml de ácido sulfúrico y 70 ml de agua desionizada. Para medirlo se utiliza una probeta.

Estos ácidos son muy corrosivos y desprenden gases irritantes. Para trabajar debe hacerse en una habitación bien ventilada y con un extractor de gases. Debemos protegernos para evitar quemaduras por salpicadura y en caso de que se produzcan enjuagar la zona afectada con abundante agua. Si la quemadura es grave acudir al médico.

Si no se tiene experiencia o no se ha trabajado nunca con material de laboratorio se recomienda utilizar el líquido que se vende para las baterías de los coches (se trata de ácido sulfúrico ya diluido)



## Agua oxigenada



El agua oxigenada que se utiliza es más concentrada que la que se vende normalmente en las farmacias.

Se utiliza agua oxigenada (hidrógeno peróxido) diluida al 30%. Para elaborar 100 ml del reactivo se necesitan 30 ml de agua oxigenada y 70 ml de agua desionizada.

El agua oxigenada cuando es tan concentrada produce quemaduras dolorosas en la piel y por ello también debemos trabajar con el máximo cuidado.



## Agua destilada



El agua destilada necesaria para la medición del pH es la misma que se utiliza para preparar los reactivos. Se rellena simplemente una botella más pequeña y manejable.



## Cloruro de potasio



El cloruro de potasio es una sal que se debe disolver en agua desionizada a una concentración de 20g/l. Para preparar 100 ml se pesan 2 gramos y se disuelven en el agua con la ayuda de una varilla.



## Tiocianato de potasio



El tiocianato de potasio también es una sal que debe diluirse a una concentración de 12g/l. Para preparar 100ml se diluyen 1,2 g en 100 ml de agua desionizada.

El tiocianato de potasio es una sal tóxica que debe manipularse con cuidado.



## PREPARACIÓN DEL RESTO DEL MATERIAL

Jeringa para la toma de muestras de suelo en la medición de pH



Para la toma de muestras de suelo en la prueba de pH se necesita una jeringa de 10 ml a la que recortaremos la punta.

### Papel de filtro



Necesario para el test del hierro. El papel de filtro se corta en trozos más pequeños y se coloca en un recipiente con tapa como un bote de carrete de fotografía.





## Recipientes para la medida del pH



Para medir el pH se necesitan recipientes pequeños donde colocar las muestras de suelo. Necesitares como mínimo cuatro:

- pH en agua en superficie (pH agua A)
- pH en agua en profundidad (pH agua B)
- pH en cloruro de potasio en superficie (pH KCl A)
- pH en cloruro de potasio en profundidad (pH KCl B)

### DONDE CONSEGUIR EL MATERIAL

- Botellas: tiendas de menaje, grandes almacenes, farmacias, etc
- Botes pequeños: tiendas de fotografía o baúl de los recuerdos.
- Agua destilada: droguerías y supermercados.
- Reactivos: tiendas especializadas en material de laboratorio
- Tiras de pH: tiendas especializadas en material de laboratorio, farmacias
- Papel de filtro: tiendas especializadas en material de laboratorio
- Jeringas: farmacias