

Guía de mantenimiento y mejora de la fertilidad del suelo hortícola

Esta guía se ha desarrollado bajo la coordinación del Departamento de Educación Ambiental.



área de gobierno de urbanismo,
medio ambiente y movilidad

MADRID

1. LOS SUELOS Y SU IMPORTANCIA EN EL HUERTO

En nuestro huerto, el estado del suelo es uno de los elementos más importantes. No sólo es el sostén o soporte físico de los cultivos, sino también el sitio de donde obtienen la mayor parte de su alimento. La salud y resistencia de nuestras plantas depende, en gran medida, de las condiciones en las que crecen. La estructura del suelo y su composición determinan cómo se desarrollan y por ello saber cómo podemos mejorar sus características es clave.

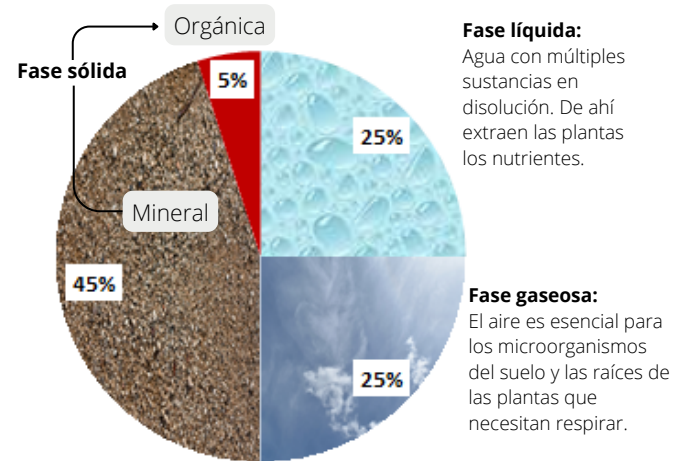
El suelo es una **preciosa mezcla heterogénea** de diferentes elementos en constante cambio e interacción, y para poder brindar a los cultivos el máximo bienestar, es fundamental cuidar y entender cuáles son los componentes y cómo afectan éstos a su fertilidad, textura o capacidad de retención de agua. Todo cambio o **mejora** que se haga en **los suelos**, mejorará a medio plazo el bienestar de los cultivos, y por tanto los rendimientos de nuestras cosechas.

En esta guía hacemos un repaso de las características de nuestros suelos, señalamos los principales trabajos para su mantenimiento y mejora, e intentamos identificar los principales problemas y sus posibles soluciones. El objetivo es tener en nuestros Huertos Comunitarios unos **suelos vivos y fértiles**.

Definimos **la calidad o fertilidad del suelo** como su capacidad para mantener el crecimiento sano de las plantas, y con ello una cosecha adecuada. Esto depende de sus características físicas, químicas y biológicas, que mejoraremos o mantendremos si aplicamos las técnicas agrícolas que más le convienen.

2. CONOCIENDO NUESTRO SUELO

En cuanto a su composición distinguimos tres fases diferentes:



El componente mineral o inorgánico está definido por el material geológico del que se parte en una zona. Para el área urbana de Madrid los componentes más grandes son fragmentos de tamaño variable de las rocas graníticas de la Sierra de Guadarrama. Además los huertos urbanos suelen estar ubicados encima de antiguos depósitos de escombros y por tanto tienen un suelo con bastante cantidad de inertes.

El componente orgánico suele provenir de la descomposición de restos vegetales por la actividad microbiana, dando lugar al humus. A ello hay que sumarle la infinidad de animales y microorganismos que tienen su hogar en el suelo: hongos, bacterias descomponedoras y la macrofauna.

2.1 PROPIEDADES DEL SUELO

Para saber cómo cuidar y mejorar nuestro suelo es muy importante saber a qué tipo pertenece y cuál es su estado. Así, mediante diferentes indicadores que valoraremos con **experimentos de campo**, vamos a determinar sus **propiedades físicas** (textura y estructura), **químicas** (materia orgánica, pH y nutrientes) y **biológicas** (macrofauna y plantas bioindicadoras).

TEXTURA

Llamamos textura del suelo a la **proporción** mayoritaria de **elementos finos** ($\emptyset < 2\text{mm}$) que tiene un suelo, en función de su tamaño o grosor.

suelo arcilloso

Mayor presencia de arcillas, que son las **partículas de menos de 0,002 mm**. **Mantiene bien la humedad y los nutrientes**. Además, suele haber un buen intercambio de nutrientes entre el suelo y las raíces. Problemas de **baja permeabilidad** (encharcamiento). Se corrige arándolos para airearlos, añadiendo arena y/o materia orgánica.

suelo franco

Es el suelo más recomendable por tener una textura intermedia, con una proporción equilibrada de arcillas, arenas y limos. Pueden ser franco arcillosos, franco arenosos o franco limosos.

suelos limoso

Los limos son las partículas que oscilan entre 0,002 y 0,05 mm, tienen buen drenaje y una textura homogénea. Se caracterizan por su fertilidad y por encontrarse cerca de ríos o deltas.

Experimento 1: determinación de la textura

Materiales

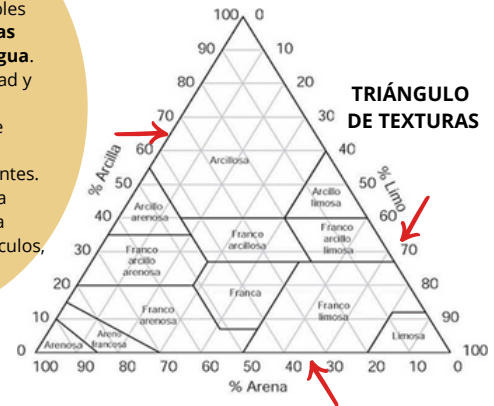
- Uno o varios botes transparentes, de al menos 13 cm de alto.
- Regla o metro.
- Muestras de tierra de un bancal o zona y agua.

Realización:

Se cava un hoyo de unos 10 cm y se coge tierra de todos los niveles hasta ocupar 1/3 del recipiente. A continuación se añade el agua casi hasta el tope. Se agita la mezcla durante 30s y después se deja reposar un mínimo de 24h. Las diferentes partículas irán decantando según su tamaño, quedando las de arena en el fondo debido a su mayor tamaño, seguidas de las de limo y por encima las de arcilla que son las menores. En la parte de arriba del agua estará la materia orgánica. Medir con una regla la altura de arena, limo y arcilla que tenemos y sacamos la proporción en porcentajes. Con ello averiguamos en el triángulo de texturas cual es la de nuestro suelo.



Ejemplo de la foto:
16% arcillas, 16 % limos, 67% arenas: suelo franco arenoso



ESTRUCTURA

Se define como **la forma en que se agrupan las partículas del suelo**: arenas, arcillas y limos. Cuando se agrupan toman la forma de **agregados del suelo**. Estos agregados son claves para la estructura y salud del terreno, ya que reducen la erosión, crean hábitat para los microorganismos y permiten la entrada y almacenamiento de aire y agua.

Vamos a evaluar la estructura del suelo en base a tres parámetros: **permeabilidad**, **compactación** y nivel de **materia orgánica**.

PERMEABILIDAD

Está relacionada también con la **porosidad** del suelo, pero también con la **capacidad** de éste de **retener agua**. Tan mala es una baja permeabilidad como demasiado alta.

COMPACTACIÓN

Tiene que ver con la **cantidad de aire** que hay en el suelo. La compactación es el proceso por el cual el aire sale por los poros de entre los granos del suelo, causando una densificación del suelo e impidiendo la penetración de agua y aire. Las raíces de las plantas no pueden desarrollarse bien en suelos compactados.

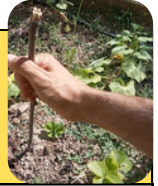
Materiales

Experimento 3: grado de compactación

- Palo recto y liso de unos 8mm de diámetro. y al menos 40cm de largo.
- Regla.

Realización:

Cogemos el palo con una mano y lo clavamos poco a poco y en perpendicular al suelo hasta que haya que hacer bastante más fuerza para que siga entrando. **Medimos los cm que ha penetrado.**



0 a 10 cm	pobre
10 a 20 cm	mejorable
20 a 30 cm	bueno
30 a 40 cm	muy bueno

Experimento 2: capacidad de infiltración de agua

Materiales

- Regla o metro, agua y cronómetro.
- Pieza cilíndrica de tubería de al menos 20 cm de alto, abierta por los 2 lados.
- Martillo y tabla para clavar el cilindro.
- Hoja y boli para la regla de 3.

Realización:

Hay que intentar hacerlo cuando la tierra esté en tempero, que no haya llovido hace poco pero que tampoco se haya secado. Clavamos el cilindro unos 5 cm en el suelo. Medimos la altura de cilindro que queda fuera de la tierra. Llenamos de agua todo el cilindro y cronometramos cuánto tarda el suelo en absorberla toda. Así tendremos la velocidad de infiltración en cm/s que pasaremos a cm/hora.

Ejemplo: tiempo:175s; altura:13,5 cm. $1h=3600s$. $3600 \times 13,5 \div 175 = 277,7 \text{ cm/h}$



< 250 cm/h _____ baja, tendería a encharcarse.
> 250 cm y < de 1100 cm _____ moderada.
> 1100 cm/h _____ alta, es un suelo sin mucha capacidad de retener agua.

MATERIA ORGÁNICA

Tiene múltiples beneficios para la tierra:

- Juega un papel clave en la fertilidad, ya que es el **almacén de nutrientes** que los microorganismos descomponen en minerales.
- Aporta **esponjosidad y porosidad** al suelo por la consistencia gelatinosa y aglutinante del humus y otras sustancias. Esto mejora la **aireación** del suelo y la salud de las raíces, y facilita el laboreo.
- Posee una elevada capacidad de **retención de humedad** pero sin llegar al encharcamiento.
- Ayuda a mejorar suelos **arenosos, arcillosos, pobres o compactados**.

Experimento 4: nivel de materia orgánica

Materiales:

- Puñado de arena o tierra del pasillo.
- Puñado de compost fresco.
- Muestra de tierra que queremos analizar.
- Agua oxigenada.
- 3 botes o macetas.

Realización:

Añadimos un poco de agua oxigenada a cada muestra y observamos. También se puede oír. El agua oxigenada provocará una reacción de oxidación de la materia orgánica que liberará oxígeno gaseoso (burbujas). Valoraremos la muestra que más M.O. tenga por su nivel de efervescencia.

tierra del pasillo tierra del bancal compost



Forma de aporte de materia orgánica	Usos	Momento de aplicación
ESTIÉRCOL. Las propiedades varían según el animal. El de caballo tiene mucha M.O. pero tiene menos nutrientes, al contrario que los de oveja, cabra o la gallinácea, muy ricos en nutrientes.	Aumento de los nutrientes. Mejora de la estructura. Acolchado. Dosis: Oveja y cabra: 0,5-2Kg/m ² Vaca y caballo: 1-5kg/m ² Gallina: 0,05-0,3kg/m ²	Si no está maduro, se habrá de echar al menos un mes antes de poner la nueva planta, ya que en la descomposición del estiércol se generará calor y otras sustancias que pueden dañar a las plantas.
COMPOST O ESTIÉRCOL MADURO. Los desechos animales o vegetales que han fermentado y ya están maduros.	Aumento de nutrientes. Mejora de la estructura. Muy beneficioso para suelos arcillosos. 1-3 o 3-6 kg/m ² para plantas con altos requerimientos.	Antes de poner la nueva planta. Bien repartido por todo el bancal, o una pequeña cantidad en el sitio donde se pondrá la planta.
COMPOST FRESCO. (3-6 meses) Alta humedad, se reconocen los materiales iniciales y huele a descomposición.	Muy beneficioso para suelos pedregosos, arenosos y calcáreos. Activador biológico. 2-6 kg/m ² árboles 3-6 kg/m ² plantas altos requerimientos.	Como acolchado sobre la tierra, no mezclar o enterrar.
ABONO VERDE. Dejar crecer leguminosas (veza, guisantes, judías, habas o lentejas) y segarlas antes de la floración. También se usan mostaza, centeno o avena.	Aporte de nutrientes. Mejora de la estructura y disminución de la erosión. Aumento de microorganismos.	Se pueden sembrar tras la cosecha, y segar y enterrar los restos vegetales algunas semanas antes de sembrar o trasplantar los nuevos cultivos.
ESTRUCTURANTE. Son restos vegetales triturados, que pueden tener un mayor o menor grado de proceso de compostado.	Mejora de la estructura. Acolchado. Beneficios: • Reduce la evaporación. • Evita la aparición de hierbas silvestres. • Controla la T° del suelo.	Como acolchado cuando las plantas levanten unos 15 cm del suelo. Para mejorar la estructura del suelo, en cualquier momento.

BIODIVERSIDAD

La vida que tenga nuestro suelo es muy importante ya que puede afectar a diferentes indicadores de los que hemos trabajado. Un suelo vivo, rico en **microorganismos** variados será indicador de la existencia de materia orgánica, esponjoso, con buena retención de agua y a su vez estos seres vivos aparte de contribuir al mantenimiento de estas condiciones óptimas, también hacen procesos en los que regulan el pH o transforman la materia orgánica e inorgánica en formas que puedan ser absorbidas por las raíces de los cultivos.

No podemos observar los microorganismos de nuestra tierra a simple vista, por eso nos fijaremos en los **macroorganismos**, cuya diversidad y cantidad estarán relacionadas con la salud del ecosistema y por lo tanto con los primeros. Esta **macrofauna** la componen los invertebrados con un diámetro o ancho de cuerpo de **más de 2mm**.



Una cucharada de tierra fértil contiene **1000 millones de bacterias**, varios **metros** de hifas de **hongos**, varios miles de protozoos y decenas de nemátodos.

Materiales:

- Lupa
- Muestra de tierra
- Recipiente ancho

Experimento 5: macrofauna



No encontramos → pobre en biodiversidad
Un sólo tipo → mejorable
Entre 2 y 5 tipos → bueno
Más de 5 tipos → muy bueno

Realización:

Cogemos una muestra de tierra y colocándola en un recipiente lo suficientemente ancho vamos observando con la lupa qué animales nos encontramos y en qué cantidad.



Saltamontes



Chicharra



Lombriz de tierra



Babosa



Caracol



Cucaracha



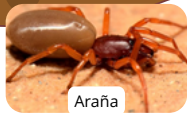
Bicho bola



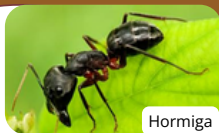
Tijereta



Oruga



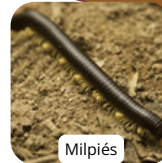
Araña



Hormiga



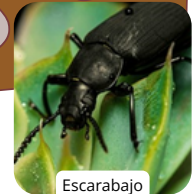
Chinche



Milpiés



Ciempiés



Escarabajo

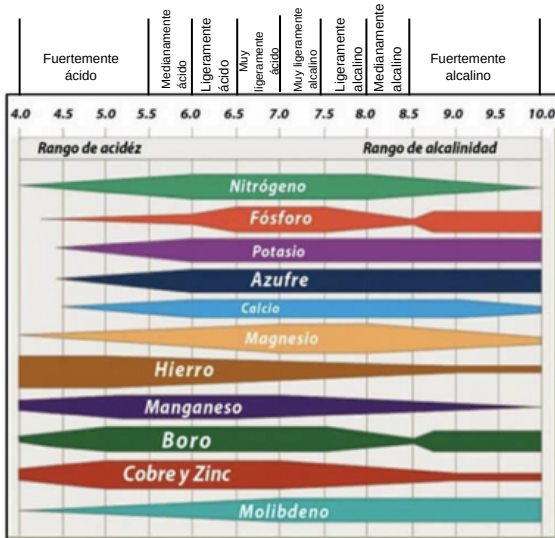
pH

También se llama grado de acidez/alcalinidad, y afecta enormemente a la disponibilidad de nutrientes, además de determinar qué plantas crecerán mejor o peor.

Hay especies que toleran mejor los suelos ácidos, mientras que otras los alcalinos. Idealmente, el pH del suelo debe ser lo más neutro posible, se considera el **pH óptimo de un suelo agrícola entre 6 y 7,5**.

Esto se debe a que la mayor parte de los nutrientes minerales son más solubles en ese rango, y por tanto, se presentan más disponibles para las plantas y microorganismos.

Como se ve en el gráfico, **bajo condiciones de elevada acidez o alcalinidad, un gran número de nutrientes quedan inmovilizados** y no estarán disponibles para las plantas.



Experimento 6: medida del pH

Materiales:

- Muestra de tierra.
- Agua destilada.
- Recipiente.
- Tiras de pH.
- Cuchara.



Realización:

Mezclamos una pequeña muestra de tierra con agua destilada hasta que se disuelva. Aproximadamente echamos 1 cm del recipiente de tierra y de agua destilada hasta que lo cubra. Removemos con una cuchara durante 1 minuto. Ponemos la tira de pH en contacto con el líquido durante unos 3 segundos y esperamos a que cambie de color. Comprobamos el valor del pH con la escala que viene con las tiras.

Resultados:

pH <5 o >8 _____ Pobre
 pH entre 5 y 5,5 o 7,5 y 9 _____ Mejorable
 pH entre 5,5 y 6 o 7 y 7,5 _____ Bueno
 pH entre 6 y 7 _____ Muy bueno

Tipo de suelo

Ácido

Alcalino

Deficiencias nutricionales

Ante la escasez de calcio, el aluminio satura los puntos de intercambio de bases del suelo, siendo tóxico para las plantas a concentraciones superiores al 10% de saturación. Generalmente encontramos deficiencia de magnesio, calcio, fósforo, boro y molibdeno.

Se bloquean diferentes elementos esenciales. Las deficiencias más usuales son: Hierro, fósforo, zinc, manganeso, cobre y boro.

Correcciones

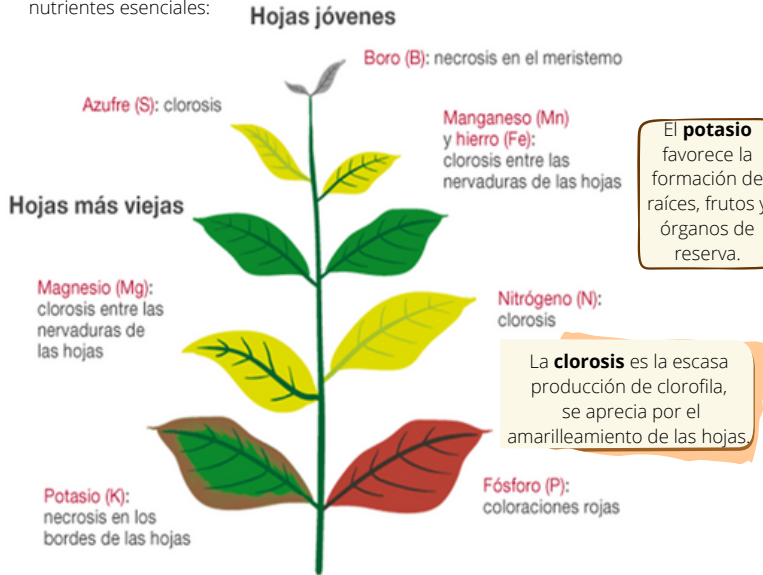
- Aporte de estiércol o compost bastante madurado.
- Enmiendas calizas: Carbonato cálcico, cenizas de madera, cáscara de huevo o yeso.
- Aporte de estiércol o compost no muy madurado. Gallinaza
- Abono verde de brasicáceas (mostaza, colza).
- Sulfato de hierro.

NUTRIENTES

Nos referimos con nutrientes a ciertos elementos o minerales clave para el crecimiento, mantenimiento y reproducción de la planta. Se dividen en:

- **Macronutrientes principales:** Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Son los que necesitan las plantas en mayor cantidad.
- **Macronutrientes secundarios:** Calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).
- **Micronutrientes:** Hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn), boro (B), níquel (Ni) y cloro (Cl). Los necesitan en cantidades bajas, pero también son indispensables.
- **Otros elementos beneficiosos:** Sodio (Na), silicio (Si), cobalto (Co), selenio (Se) y aluminio (Al). No son esenciales pero sí son útiles.

El estado de nuestros cultivos nos puede dar pistas de la falta de alguno de los nutrientes esenciales:



Las causas de la carencia de nutrientes de nuestras plantas pueden ser:

- El pH del suelo.
- La ausencia de ese nutriente en el suelo.
- El exceso de otro nutriente en el suelo (nutrientes antagónicos).

Hay que tener en cuenta que el exceso de nutrientes también puede ser negativo para el cultivo. Por ejemplo, el exceso de nitrógeno hace que las plantas sean más atacadas por los pulgones.

Nutriente	Síntomas	Aporte
N	Deficiencia: hojas nuevas verde pálido y hojas maduras amarillentas. Escasa floración. Exceso: escaso desarrollo de raíces y exuberante desarrollo de la parte aérea. Aumenta la sensibilidad a plagas y enfermedades.	Lo podemos incorporar con purín de ortigas, humus de lombriz o gallinaza (con mucho cuidado).
P	Favorece la floración y fructificación. Deficiencia: color violáceo en tallo y hojas. Exceso: Bloquea el hierro.	Ceniza de madera o ceniza de hueso.
K	Deficiencia: amarilleamiento de los bordes de las hojas y moteado de manchas con falta de coloración verde. Exceso: Bloqueos de Mg, Ca, Fe, B y Zn.	Té de plátano o té de patata, ceniza de madera o purín de consuelda.
Ca	Deficiencia: aparición de zonas negras (peseta del tomate), frutos blandos cuando están verdes o rajado. Exceso: Bloqueos de fósforo y potasio.	Cáscara de huevo, ceniza de madera, harina de roca caliza o hueso, purín de ortigas.
Fe	Deficiencia: Clorosis férrica en hojas nuevas. En suelos alcalinos no está disponible, habría que acidificar el suelo.	Purín de ortigas, humus de lombriz o quelato férrico
Mg	Deficiencia: color pálido en las hojas adultas.	Té o purín de gallinaza ortiga o de estiércol de vaca.
S	Favorece la utilización del N. Carencia: Poco crecimiento de la planta y amarilleamiento de las hojas nuevas.	De forma foliar en formato soluble.

PLANTAS BIOINDICADORAS

Las hierbas silvestres que acompañan nuestras huertas nos dan información de las características del suelo: su contenido en humedad, compactación, nivel de nutrientes o su acidez/alcalinidad. **La observación es una herramienta clave.**



Amapola (*Papaver rhoeas*)
Suelos compactados / cambio brusco de pH.



Bolsa de pastor (*Capsela bursa-pastoris*)
Suelos alcalinos / compactados.



Cenizo (*Chenopodium album*)
Suelos ricos en materia orgánica (nitritos).



Correhuela (*Convolvulus arvensis*)
Exceso de nitratos.

Lechetrezna (*Euphorbia helioscopia*)
Suelos con buena estructura.

Llantén mayor (*Plantago major*)
Suelos compactados / exceso de humedad.

Malva (*Malva sylvestris*)
Exceso de nitrógeno.

Ortiga (*Urtica dioica* y *Urtica urens*)
Suelos fértiles, ricos en nitrógeno y húmedos.



3. LABORES PARA LA PREPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SUELO

Cuando un cultivo ya ha cumplido su ciclo y queremos preparar un bancal para la siguiente plantación seguiremos los siguientes pasos:

- Retirada del cultivo que ya se ha agotado y del resto de hierbas acompañantes, o su incorporación bien trituradas al propio bancal como acolchado.
- **Laboreo.** Dependerá del tipo de técnica de cultivo queramos emplear:
 - De forma más tradicional, después de la retirada del cultivo se pasa a labrar la tierra ya sea con **azada** o con **motocultor**. El laboreo sirve para preparar la tierra para el siguiente cultivo, mulléndola, mejorando el drenaje y la estructura para el desarrollo de las raíces. Excepto en algún caso concreto, con 30 cm serviría y mejor no voltearlo para no alterar los perfiles del suelo ni los microorganismos que albergan.
 - Si en nuestro huerto la tierra está muy **compactada**, con mucho escombros y drena mal, a lo mejor tenemos que hacer un primer esfuerzo de preparación de los bancales. Cavando una profundidad de al menos un metro, retirando el material inerte (escombros), volviendo a rellenar aportando sobre todo en las capas más superficiales materia orgánica en forma de compost o estiércol compostado y si podemos disponer de ella, tierra vegetal.
 - En cualquier caso, la tierra hay que trabajarla lo más cerca posible del **tempero**, es decir, cuando al practicarle la labor no esté demasiado mojado ni demasiado seco, de forma que sea fácil de mover con las herramientas pero sin que se apelmace.
 - Desde otras propuestas (**permacultura**), hay técnicas de **no laboreo** y de aprovechar las propias plantas acompañantes, sus restos y sus raíces, para imitar de alguna forma los procesos de creación y maduración de los suelos que tienen lugar en la naturaleza.

- **Abonado:** La época ideal es el otoño, después de cosechar los cultivos de verano. Aunque se puede hacer también tras un cultivo que haya sido exigente en nutrientes.

Utilizaremos abonos bien descompuestos o si son frescos dejaremos un mes antes de incorporar los cultivos para que la microfauna lo vaya descomponiendo, siempre en superficie.

Para abonos maduros podemos aprovechar el laboreo para incorporarlo de fondo.

En agricultura ecológica se usan principalmente los siguientes abonos: estiércol de animales, compost, vermicompost, abono verde o purines de plantas: ortiga, consuelda, cola de caballo, etc.

Ver tabla de la página 5: "Formas de aporte de materia orgánica".

- **Acolchado:** consiste en cubrir el suelo con material orgánico. Suele hacerse en primavera y verano. Ejemplos de coberturas a utilizar:
 - Mantener la vegetación ya sea de cultivos o de hierbas acompañantes.
 - Paja o los propios restos troceados de cultivos y de hierbas adventicias (sin semillas y siempre que no sean invasivas).
 - Cartones, plástico biodegradable, compost o corteza troceada.
- **Rotaciones:** alternar los cultivos cada temporada. Principios:
 - Cada parte comestible es más exigente en un nutriente: raíces (K), hojas (N) y frutos (P). Las leguminosas son mejorantes del suelo.
 - Las especies de cada familia botánica atraen a las mismas plagas.

5. BIBLIOGRAFÍA



- Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón y Fundación Ibercivis. (2022) *Protocolos de medida, Vigilantes del suelo*. Editorial Q
- Araujo, E.S., Dechmi, F., Isla, R., Mirás, J.M. (2023) *Guía para la evaluación básica de la calidad del suelo en agroecosistemas*.
- Navarro, G., Pérez, G., Navarro, S. (2022) *Análisis de suelos y aguas: aplicación agrícola*. Editorial Dextra
- WEB <https://aliseda18.wordpress.com/6-docint/>. *Iniciación a la horticultura ecológica para pequeños huertos*.

4. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Problema	Orígenes/consecuencias	Soluciones
Presencia de escombros	Usos anteriores del espacio	Retirada. En algunos casos tendremos que hacer un esfuerzo de cavar de forma más profunda los bancales para retirar la mayor cantidad posible de inertes.
Compactación	Suelos que han sido apisonados por maquinaria o por caminar sobre ellos. No crecen bien los cultivos, se quedan pequeños. No hay buena aireación ni drenaje.	Laboreo. Aporte de materia orgánica y en algunos casos de arena. No pisar dentro de los bancales y zonas de cultivo. Siembra de plantas tapizantes.
Encharcamiento	Por la presencia de suelos compactados. Zona baja de un desnivel. Fugas en el riego. Zona impermeable bastante superficial. No se pueden preparar bien los bancales.	Revisión del riego. Aporte de arena y materia orgánica. Cavar de forma profunda y verlo que hay debajo. Laboreo. Instalar una charca o zona de plantas resistentes al agua.
Suelo muy arenoso	Predominancia de granos de más de 2mm en el suelo. Mala retención del agua y de la humedad. Lavado de nutrientes.	Aporte de materia orgánica: compost, estiércol, aporte directo de los restos de cultivo. Siembra de plantas con buena distribución de raíces.