



Agricultura ecológica





Nipo: 651-04-042-2

Autores:

Alfonso Colodrón Gómez

Luis Cereceda Babé

Ángel Cuadra Fernández

Edición y maquetación de contenidos:

Mar Cano Rincón

Diseño gráfico e ilustración de portada:

María Guija Medina

índice

Módulo I

Tema 1: El ciclo de la vida.	5
Tema 2: Inconvenientes de la agricultura industrial.	21

Módulo II

Tema 1: La fertilización y cubierta de suelos.	39
Tema 2: El laboreo.	49
Tema 3: Siembra, rotación y asociaciones.	59
Tema 4: Riego, reciclaje del agua y utilización de energías renovables.	69
Tema 5: Tratamiento de enfermedades y plagas. El control biológico.	79
Tema 6: Los setos.	95

Módulo III

Tema 1: Escuelas y Métodos.	101
Tema 2: Construcción de un jardín.	113
Tema 3: Riego I. Introducción a los sistemas de riego.	127
Tema 4: Riego II. Diseño, planificación y realización. Praderas, macizos y terrazas.	147

Módulo IV

Tema 1: Posibilidades urbanas de la agricultura.	161
Tema 2: ¿Dónde están los agricultores ecológicos?	171

Módulo I: Bases científicas de la agricultura ecológica

Tema 1: El ciclo de la vida y el suelo.

Tema 2: Inconvenientes de la agricultura industrial.

El ciclo de la vida

TEMA 1

Índice de la unidad:

1. El ciclo de la vida.	
1.1. Intercambios equilibrados.	5
1.2. Algunos conceptos claves de la agricultura en general.	6
2. El suelo, organismo vivo.	
2.1. La formación del suelo y su perfil.	10
2.2. Clases de suelo.	11
2.3. Cómo reconocerlos.	12
2.4. Suelos ácidos y básicos. El pH.	12
2.5. Otros componentes del suelo.	13
2.6. Las hierbas y otras plantas como indicadoras del tipo y condiciones del suelo.	15

1. El ciclo de la vida

La agricultura ecológica se basa fundamentalmente en la observación y respeto de los ciclos de la Naturaleza. Por ello, recupera y mejora algunas de las técnicas de la agricultura anterior a su industrialización. Pero no es una vuelta al pasado, porque al mismo tiempo incorpora los resultados de las nuevas investigaciones encaminadas a colaborar con la Naturaleza, en lugar de explotarla y a utilizar racionalmente sus recursos, en lugar de despilfarrarlos. Para ello, parte de una concepción en la que cuentan no sólo los resultados a corto plazo, sino también las consecuencias a largo plazo de la intervención de la mano humana en los suelos para hacerlos producir plantas que antes no estaban en ellos o, que ya estaban, pero cuya producción se pretende aumentar y mejorar.

Desde la perspectiva global de la agricultura ecológica, el ser humano no es un agente externo a la Naturaleza sobre la que puede actuar sin consecuencias, sino una parte integrante de una gran cadena alimentaria, que relaciona cada organismo con los demás, uniéndoles en un ecosistema, en donde todos los organismos vivos, por pequeños que sean ocupan su lugar y desempeñan su función.

De un modo esquemático, en el origen de la cadena se hallan las bacterias que fijan en el suelo el nitrógeno libre de la atmósfera, para que pueda ser aprovechado por las plantas. Éstas, ya sean plantas de flor, helechos, musgos, algas gigantes o microscópicas, etc. constituyen el segundo eslabón de la cadena alimentaria, que toman el dióxido de carbono de la atmósfera y el agua del suelo y utilizan las radiaciones solares para producir glucosa, rica en energía. Durante este proceso, desprenden oxígeno, elemento indispensable para la supervivencia no sólo de las plantas, sino también de los animales.

Podríamos llamar a las plantas los '**productores primarios**' que sirven de alimento de todos los animales herbívoros (desde la oruga a la vaca) y de organismos microscópicos marinos (el zooplancton) que se alimentan de algas. Los herbívoros son consumidores primarios vegetarianos y, a su vez, son presa de los consumidores secundarios carnívoros como los grandes felinos, las aves rapaces o los tiburones. El ser humano se ha situado en la cúspide de la cadena como uno de los mamíferos omnívoros. Sin embargo, la cadena no se interrumpe, porque, mientras tanto, los saprophytes (bacterias y los hongos) descomponen la materia muerta y reciclan sus sustancias nutritivas en el seno del ecosistema. De modo natural, el ser humano vuelve a la tierra, aunque ciertos enterramientos panteones, mausoleos, cremaciones... interfieran en este ciclo natural. Por ello, en la agricultura ecológica, se hace hincapié en que nada se crea ni se destruye, sino que simplemente se transforma. Todo lo que sale del suelo, debe volver a él de una u otra forma.

1.1. Intercambios equilibrados

Al efectuar la fotosíntesis, las plantas verdes inhalan dióxido de carbono y desprenden oxígeno. Los consumidores, tanto primarios como secundarios, inhalan oxígeno y desprenden dióxido de carbono.

Este tipo de intercambio recíproco entre organismos vivos constituye una característica fundamental del mundo natural. Las ovejas o las vacas, por ejemplo,

pacen la hierba y ramonean las hojas de los árboles, pero sus excrementos alimentan a los coleópteros, los hongos y las bacterias que descomponen sus excrementos y procuran las sustancias nutritivas a las plantas que permiten vivir a vacas y ovejas.

A escala microscópica, se establecen relaciones análogas entre muchos árboles y las bacterias del suelo. Las sustancias azucaradas de sus raíces favorecen la proliferación de bacterias y éstas alimentan a unas minúsculas amebas que excretan amoníaco que, a su vez, es transformado en nitrato por otras bacterias, nitrato que puede ser asimilado por los árboles y que favorece su crecimiento. En el interior de un ecosistema son esenciales las relaciones complejas que se desarrollan entre plantas y animales. Son estas relaciones las que aseguran que el flujo de energía permanezca constante en el sistema, que todos sus miembros dispongan de sustancias nutritivas y que todos los residuos sean reciclados. Cuando se altera uno de los elementos del sistema, todo él queda afectado.

Así, por ejemplo, cuando se destruye un predador natural de un insecto, éste puede desarrollarse desproporcionadamente hasta convertirse en una plaga. Si se elimina a un gran número de animales carnívoros, los herbívoros proliferan en exceso consumiendo los pastos; pero si, por ejemplo, se beneficia sólo un tipo de herbívoro como la oveja, el pastoreo pierde eficacia, ya que, por ejemplo en las colinas, se crían más y mejores ovejas si también hay vacas, ya que a éstas les gusta las hierbas altas, mientras que la oveja pasta a ras del suelo arrancando las hierbas con los dientes delanteros.

En resumen, el suelo nutre a las plantas, que, a su vez, nutren a los animales que, por su parte, estercolan la tierra nutriendo los suelos, que vuelve a nutrir a las plantas. El agricultor ecológico que entiende este ciclo, no sólo no lo interrumpirá artificialmente, sino que lo mantiene integrándose en él. Como consumidor (vegetariano o carnívoro) debe observar en todo caso la ley del retorno: devolver al suelo todos los residuos (animales, vegetales y humanos), a través del compost, de la cobertura o acolchado, del riego con aguas fecales, etc. Las cenizas de aquellos elementos que no puedan incorporarse directamente al suelo (por ejemplo, plantas enfermas o semillas de adventicias indeseadas) enriquecerán la tierra con potasa.

1.2. Algunos conceptos clave de la agricultura en general

El campo agrícola es un productor de energía en forma de alimentos. Para obtener la energía alimentaria, previamente ésta debe estar disponible (luz, calor, agua...). Toda la energía de que dispone la Tierra es menor que la solar, por tanto, para conservar su equilibrio energético natural, debe absorber del espacio exterior tanta energía como la que envía a éste.

- **El sol**

Dos tercios de la energía solar no reflejada directamente se transforma en energía térmica, por absorción de la radiación solar por la atmósfera y por la superficie terrestre. Un tercio de esta energía solar es asimilada por los fenómenos de evaporación, circulación atmosférica y por el ciclo del agua y una mínima parte es empleada en la producción de vientos, corrientes oceánicas, etc. Una fracción aún menor se consume en procesos de fotosíntesis clorofílica, mediante la cual las plantas constituyen materia orgánica y producen oxígeno a partir del agua y del

anhídrido carbónico, transformándose en energía bioquímica, imprescindible para la vida del mundo animal y vegetal.

La radiación solar, en resumen, no sólo produce la luz necesaria para la fotosíntesis, sino que además mantiene las temperaturas que son imprescindibles para la vida. Por debajo de 47 grados centígrados sólo pueden sobrevivir algunas larvas, pagando por ello un alto coste energético y reduciendo su tiempo de vida. Por encima de los 47, sólo sobreviven algunas bacterias, mientras que las enzimas normales actúan óptimamente a temperaturas de 28 a 30 grados centígrados.

La ***fotosíntesis*** consiste esencialmente en la reacción química mediante la cual las plantas absorben mediante la clorofila la energía proporcionada por el sol en forma de luz y la transforman en materia orgánica, principalmente en hidratos de carbono. La producción de materia orgánica por fotosíntesis y su consumo por oxidación se equilibran entre sí. Todas las moléculas de bióxido de carbono presentes en el aire o disueltas en el agua pueden eventualmente tomar parte en este ciclo. Se ha calculado que serían precisos unos 300 años para que toda la materia orgánica existente en la Tierra se transforme en bióxido de carbono y agua y vuelva a convertirse de nuevo en hidratos de carbono y oxígeno.

- **El agua**

No hay vida sin agua. De hecho, los seres vivos están constituidos en gran parte de agua, desde el 99% que contiene la ortiga de mar o el 80 de la lombriz de tierra, hasta el 12 % de los granos de los cereales o el 3% de los frutos secos. La mayor parte de la procedencia del agua en tierra firme proviene de las precipitaciones de lluvia o nieve y del hielo. Su mayor o menor abundancia depende del relieve geográfico, el régimen de vientos y la temperatura. Las masas de aire caliente captan grandes cantidades de vapor de agua (sobre todo del mar) al ascender y enfriarse, se produce la lluvia. Gran parte se evapora, otra parte vuelve al mar a través de arroyos y río y una proporción variable (según el terreno) queda retenida en las capas superiores del suelo, cuando éste está cubierto por bosques, prados, cultivos... y no cae sobre suelo erosionado. Parte del agua retenida se infiltra para formar las capas freáticas que alimentan pozos, fuentes y manantiales. El agua que toda planta necesita se encuentra en el suelo y es absorbida por las raíces hasta llegar a las hojas, en cuyo envés, los estomas (especie de diminutas ventanas) al abrirse y cerrarse regulan la evaporación. Toda el agua perdida vuelve a ser tomada desde las raíces y, gracias a este sistema de bombeo, una corriente ininterrumpida de agua recorre todos los seres vegetales transportando los nutrientes necesarios para su supervivencia y desarrollo.

- **El aire**

La Tierra ha tardado millones de años para obtener el actual equilibrio atmosférico que permite la vida de la mayoría de los organismos superiores. Para que la atmósfera contenga el 20,9% de oxígeno imprescindible para la vida de las plantas y de los animales, millones de algas marinas tuvieron que producir más oxígeno del que consumían. Este equilibrio se alcanzó hace cuatrocientos millones de años y ha variado ligeramente desde entonces debido a procesos naturales. Sin embargo, hoy día, debido a la contaminación industrial, está aumentando peligrosamente el 0,03% de dióxido de carbono necesario para el proceso de

fotosíntesis de las plantas y el mantenimiento del calor en la Tierra, reteniendo demasiado calor y produciendo lo que se ha llamado el 'efecto invernadero' que, simplificando, supone un aumento gradual de la temperatura terrestre.

Por otro lado, el aire se mantiene en constante movimiento, produciendo corrientes que, por un lado son esenciales para que se produzca la lluvia y, por otro, contribuyen esencialmente, junto con los insectos al transporte de polen y semillas. De hecho, muchas familias de plantas (herbáceas, coníferas y algunas frondosas) son polinizadas fundamentalmente por el viento.

• El nitrógeno

Es un elemento esencial para plantas y animales, ya que es uno de los componentes de la clorofila y de las proteínas y constituye del 0,1 a 4% de la materia seca de los vegetales. En el aire está mezclado con el oxígeno, pero como elemento libre, es decir, disponible para combinarse con otros elementos para formar un compuesto. Si no se haya combinado en un compuesto, las plantas superiores no pueden asimilarlo. Por ejemplo, si se combina una parte de nitrógeno y tres de hidrógeno, se produce amoníaco; este elemento sí puede ser utilizado por las plantas, tras sufrir algunos cambios.

Ciertas bacterias y algunas algas pueden '*fijar*' el nitrógeno, lo que equivale a hacerlo utilizable por las formas superiores de vida. De la manipulación química del amoníaco combinándolo con otros elementos pueden obtenerse abonos nitrogenados artificiales (como el sulfato amónico o el nitrato sódico) que se emplean tras un gran consumo de energía como abonos químicos, totalmente desechados por la agricultura ecológica por las razones expuestas en el apartado 'Inconvenientes de la agricultura industrial'.

Los animales pueden transformar en pocas horas una materia vegetal pobre en nitrógeno en un estiércol rico en este elemento. Por ello es importante en la agricultura ecológica combinar cultivos y ganadería o tener en la cercanía la posibilidad de proveerse de estiércol.

Por otro lado, cualquier animal o tejido vegetal muerto y depositado en el suelo desprenderá nitrógeno, pero sucederá de una forma muy lenta. Además, las bacterias que descomponen el carbono (que forma una gran parte de cualquier organismo) necesitan tomar nitrógeno para liberar nitritos y lo harán del suelo si es necesario, produciendo su empobrecimiento temporal, aunque luego lo devuelvan junto el obtenido de la materia orgánica que han descompuesto. Por ello, si se quiere que el montón de compost esté listo con cierta rapidez y sea rico en nitrógeno deberá contener elementos ricos en nitrógenos como alguna leguminosa mezclada con tierra antes de florecer o estiércol.

El nitrógeno es el responsable del desarrollo del tallo y de las hojas de las plantas. Su deficiencia suele manifestarse en el amarilleamiento de las hojas y una atrofia general. Su exceso suele producir un exceso de hojas débiles y más oscuras de lo normal.

En resumen, las bacterias del suelo son las que mejor fijan el nitrógeno y muchas de ellas habitan en los nódulos de las raíces de las leguminosas. Las plantas transforman el nitrógeno en proteínas. Los animales, a su vez, devoran las

plantas y las transforman en proteínas más complejas. Sus desechos y los restos animales y vegetales muertos devuelven la proteína al suelo. Las bacterias la transforman y vuelven a producir compuestos nitrogenados que alimentarán a las plantas y nitrógeno libre que retorna al aire.

- **El clima**

El clima es esencial en cualquier cultivo. La agricultura ecológica propone cultivar en la medida de lo posible plantas autóctonas o que se hayan adaptado bien a la zona de cultivo de que se trate. Supone un alto coste intentar, por ejemplo, aclimatar artificialmente especies de climas húmedos en zonas de climas secos o viceversa, cuando no una alta probabilidad de fracaso.

Algunos de los principales factores climáticos determinantes de las diferencias climatológicas entre unas zonas y otras son: la latitud, la altitud, la existencia o no de barreras montañosas y el régimen dominante de vientos. La latitud influye en el número de horas de sol y en su ángulo respecto al horizonte. El calentamiento de la atmósfera tiende a aumentar en dirección al ecuador y a disminuir hacia los polos. La altitud influye en la disminución de la temperatura del aire, que decrece a razón de 0,61C cada 100 metros de elevación. Las barreras montañosas desempeñan el papel de pantallas para las precipitaciones, siendo más secas las laderas resguardadas que las expuestas al viento. En la Península ibérica y en las Islas Canarias y Baleares, según las zonas, conviven el clima seco, el húmedo-templado y el húmedo-frío.

Pero incluso dentro de una misma explotación puede haber zonas cálidas y frías, húmedas y secas, expuestas al viento o al socaire, dando todo ello lugar a microclimas que pueden potenciarse mediante la creación de bosquecillos y de estanques, que potencian la humedad, la creación de setos cortavientos y de muros que crean zonas más cálidas, la plantación de árboles de sombra para disminuir la temperatura en épocas estivales, la instalación de taludes o montículos para aislar los suelos y retener el calor, etc. Los invernaderos constituyen una estructura eficaz para el control de microclimas en las regiones templadas. Tradicionalmente los huertos rodeados de tapias, con árboles y un pozo o un estanque han destacado como pequeños oasis en medio de zonas secas y calurosas o frías y áridas.

Los microclimas en general fomentan la biodiversidad de la fauna y de la flora, cuyo mantenimiento es uno de los principios-guía de la agricultura ecológica.

- **Las plantas y la atmósfera**

Aunque no lo parezca, las plantas sólo toman del 2 al 5% de su materia seca del suelo, mientras que de la atmósfera toman del 95 al 98% y de ella incorporan cuatro elementos: carbono y oxígeno que provienen del dióxido de carbono, el hidrógeno del agua de lluvia y el nitrógeno, que es fijado por los microorganismos y aportado a las plantas por los organismos nitrificantes. Por tanto, gran parte de la nutrición de las plantas procede de la atmósfera, que el agricultor difícilmente puede fertilizar, salvo en los invernaderos, donde puede aumentarse la concentración de dióxido de carbono.

a) El carbono constituye el 44% de la materia seca de los vegetales y se obtiene del dióxido de carbono atmosférico gracias a la fotosíntesis.

b) El oxígeno constituye el 44% de la materia seca de los vegetales y tiene el mismo origen que el carbono.

c) El hidrógeno representa el 6% de la materia seca de los vegetales y procede del agua de lluvia captada por las raíces, gracias a la fotodescomposición del agua durante la fotosíntesis. Estos tres elementos primarios son los principales constituyentes de la materia viva, ya que son los que constituyen los azúcares - almidón, celulosa y lignina- las proteínas y los lípidos. La atmósfera, un medio ligero y móvil, fácil de explorar por las hojas, es la reserva de todos estos elementos.

2. El suelo, organismo vivo

En cualquier tipo de agricultura, el suelo constituye el elemento básico de partida. Sin embargo, la concepción que se tiene del mismo y su tratamiento es lo que diferencia esencialmente la agricultura ecológica de la agricultura industrial o química. Ésta considera el suelo como una mera colección de partículas minerales que sirven de anclaje a las raíces de las plantas y al que hay que aportar productos químicos de síntesis, para compensar las sustancias minerales que las plantas extraen de él.

La agricultura ecológica pone el énfasis en que el suelo es fundamentalmente un sistema complejo compuesto por partículas de roca desmenuzadas y de materia orgánica en distintas fases de descomposición, que dan cobijo a una infinidad de organismos vivos, como hongos, algas, bacterias, insectos o lombrices, cuyo trabajo crea las condiciones adecuadas para poder llevar a cabo un cultivo sano. El principio básico de la agricultura ecológica es nutrir y fomentar esta vida subterránea, para que pueda soportar una mayor densidad vegetal de la que soportaría en estado natural.

2.1. La formación del suelo y su perfil

El suelo se ha formado a lo largo de millones de años por la disgregación de la roca madre (el estrato más profundo de la corteza terrestre) gracias a una serie de procesos físicos como la acción del agua, del viento, de las heladas, o químicos, como la acción de ácidos débiles que contribuyen a la formación de la arcilla. El suelo así formado contendrá todos los elementos que tenía la roca original, pero carecerá del humus hasta que los restos de organismos en descomposición se depositen en él. Sólo en ese momento, el suelo es completo para producir la vegetación que sustenta la vida animal sobre la Tierra.

En todo caso, lo que llamamos suelo cultivado es el 'horizonte superficial', que se mide más bien por centímetros de espesor pudiendo variar aproximadamente entre cinco, en suelos muy pobres, y cuarenta centímetros, en suelos muy ricos. Esta capa se ha formado durante años con el aporte de materia orgánica y está habitado por una amplia variedad de organismos vivos. En esta capa es donde se encuentran la mayoría de las raíces absorbentes y puede ser mejorado mediante el abonado.

Por debajo se halla el subsuelo, que contiene muy poca o ninguna vida orgánica, pero del que ciertas plantas y muchos árboles pueden extraer elementos minerales y suele ser de color más claro por ausencia de humus. Se puede romper el subsuelo mediante el laboreo para mejorar el drenaje del agua, pero sin mezclarlo con la capa superficial. El subsuelo arenoso o calizo es muy permeable y, para retener el agua, será necesario aumentar su contenido en materia orgánica. Por el contrario, si es arcilloso, será bastante impermeable y, a veces, será necesario efectuar un sistema artificial de drenaje, para evitar la putrefacción de las raíces.

Por debajo se halla la roca inalterada o roca madre. Normalmente está a suficiente profundidad para no quedar nunca al descubierto. En caso contrario, habrá que aumentar la primera capa con aporte de materia orgánica.

2.2. Clases de suelo

Al proceder de muchas clases de roca, el suelo ofrece muchas variedades, y el agricultor deberá aprender a sacar el mejor rendimiento del suelo del que dispone. Según el tamaño de sus partículas, los suelos pueden ser ligeros o pesados con una gran variedad de grados intermedios. Un terreno ligero o delgado es el compuesto por partículas grandes. Un terreno pesado o compacto, el compuesto por partículas pequeñas. En este sentido, no tiene que ver con su peso, sino con su mayor o menor facilidad de laboreo. Un suelo pesado contiene demasiada proporción de arcilla y es difícil de labrar al principio por ser demasiado húmedo y pegajoso o demasiado seco y duro. Una vez mejorado, son suelos excelentes para la retención de humedad y nutrientes. Los suelos ligeros son fáciles de labrar y se calientan con rapidez, pero suele perder agua y nutrientes con mucha facilidad, necesitando el aporte continuo de materia orgánica.

- **El suelo arcilloso**

Bien labrado es propenso a la aglomeración de partículas microscópicas en otras mayores. En este caso, desagua y se airea muy bien, permitiendo la penetración de las raíces. En otro caso, se embarra con la humedad y se endurece y agrieta con la sequía, siendo muy difícil de labrar. Para que se produzca dicha aglomeración son factores determinantes que predomine la alcalinidad sobre la acidez (normalmente suele ser alcalino), la exposición al aire y a las heladas, y un buen drenaje. Se mejora añadiéndole materia orgánica, que durará mucho tiempo en él, y es más bien un suelo '*tardío*' (no produce cosecha a principios de año). La patata, el trigo o la alubia se cultivan bien en suelos arcillosos bien labrados.

- **El suelo arenoso**

Es el más ligero de todos, drena tal vez en exceso y suele ser ácido y deficiente en potasa y en fosfatos. Es un suelo '*temprano*' ya que al entrar pronto en calor puede producir cosecha a principios de año. A diferencia del suelo arcilloso es un suelo '*ávido*' de materia orgánica; cuando se le agrega, ésta no suele durar mucho tiempo. Suelen ser los preferidos para el cultivo de hortalizas y propicios para arredilar ganado, pues no se enfangan. El castaño, el cerezo, las zanahorias o las fresas se cultivan bien en suelos arenosos.

- **El suelo de turba**

Es el más rico en nutrientes, el más apreciado para el cultivo y el menos frecuente. La turba está formada de materia vegetal, comprimida en condiciones anaerobias - en ausencia de oxígeno - que no se ha descompuesto. Es un suelo ácido que no necesita abono y sobre la que crece cualquier producto, siempre que tenga buen drenaje.

- **El suelo de limo**

Es un suelo que no es granuloso como la arena ni pegajoso como la arcilla. Suele tener tan mal drenaje como ésta y cuando está húmedo se apelmaza. Se mejora igualmente añadiéndole materia orgánica y suele dar los mismos tipos de cultivos que los suelos arcillosos.

- **El suelo calizo**

Suele ser de color claro y tan 'ávido' como el arenoso de materia orgánica. Ambos suelen ser suelos 'jóvenes' procedentes de aluvión, de erosión de montañas o volcánicos. Sus partículas son grandes, poseen un buen drenaje, por lo que pierden agua y nutrientes con gran facilidad. Su espesor es reducido, haciéndolo poco apto para plantas de raíces profundas. Por su alto contenido en cal, son alcalinos e inhóspitos para una gran variedad de plantas.

2.3. Cómo reconocerlos

Si se toma un puñado de tierra entre los dedos, la arcilla tendrá un tacto pegajoso y con ella se podrán hacer pequeñas bolitas que cambian de tamaño al presionarla. La arena es áspera y granulosa, mientras que el limo tiene un tacto sedoso. La turba tiene un aspecto negro y húmedo y un olor más intenso. La caliza, por su parte, es seca y se desmenuza con facilidad.

2.4. Suelos ácidos y básicos. El pH.

El calcio es uno de los elementos fundamentales del suelo y constituye el 0,1 al 3% de la materia seca de los vegetales. Si su contenido no es correcto repercute en los demás elementos. Su acción específica es neutralizar la acidez de los suelos, pero tiene además otros efectos beneficiosos como mejorar la estructura de los suelos arcillosos, al hacer que se agrupen sus partículas diminutas en granos más gruesos. Igualmente reduce la acción de las bacterias desnitrificantes, reduciendo así la pérdida de nitrógeno del terreno. Libera también el fósforo y potasio que suelen quedar inmovilizados en los suelos ácidos. Cuando existe exceso de algún microelemento, especialmente el manganeso, la cal los vuelve insolubles y, por tanto, inofensivos para las plantas. En general, las reservas del suelo varían entre 15 a 1500 toneladas por hectárea.

Sin embargo, su exceso es tan dañino como su carencia, ya que puede producir deficiencia en otros elementos, concretamente de fósforo, manganeso, cinc y boro o bloquear la absorción de determinados nutrientes por parte de las plantas.

Se llama pH al equilibrio entre la acidez y la basicidad, de forma que el pH de un suelo óptimo variará entre 6,5 y 7. En este caso se dice que el suelo es neutro. Si el pH es menor de 7 se dice que el suelo es ácido, y básico si es mayor. Por debajo de 4,5 no suelen prosperar plantas cultivables. Entre 5 y 5,5 pueden prosperar las patatas, los tomates, las frambuesas, las fresas o el centeno, pero la mayoría de las hortalizas prefieren un pH neutro entre 6 y 7,5. Por encima de 8, los suelos son extremadamente básicos y no suele prosperar ninguna planta.

- **¿Cómo se puede analizar un suelo?**

Se puede analizar un suelo con un equipo sencillo consistente en dos tubos de ensayo, una botella de solución y una tarjeta de colores que pueden obtenerse en cualquier comercio especializado.

1. Se llena la cuarta parte de un tubo de ensayo con tierra.
2. Se llena la mitad del otro tubo con la solución.
3. Se vierte la solución en el tubo con tierra.
4. Se tapa con un tapón y se agita.
5. Se deja precipitar y se compara el color del tubo con los de la tarjeta que contiene una escala de valores (normalmente de 7 a 4).

Se puede corregir un suelo ácido añadiéndole cal en pequeñas cantidades. Dependerá del tipo de suelo que se quiera corregir.

Por ejemplo, un kilo para 100 metros cuadrados en un terreno arenoso y 4 kilos en un suelo arcilloso. En todo caso, la cal se pierde gradualmente por el drenaje y en ningún caso conviene aplicarlo junto con el estiércol o el compost, que justamente tiene una acción acidificante y que se emplea para reducir el pH de un suelo. Se puede emplear cal en distintas formas:

1. Cal viva o 'cal hortícola' (óxido de calcio), cuyos efectos tienen mayor duración que la cal apagada o 'cal de construcción'.
2. Cal apagada o hidratada que se emplea para la construcción. En este caso hay que reponerla todos los años.
3. Piedra caliza, también conocida como dolomita, que es la mejor para usos hortícolas y cuyos efectos duran varios años.
4. Algas marinas calcificadas, que son más caras, pero que contienen además magnesio y otros nutrientes.

2.5. Otros componentes del suelo

Además del nitrógeno y del calcio, en un suelo bien equilibrado se encuentran otros elementos principales:

a) Fósforo

Constituye el 0,1 al 0,9 % de la materia vegetal. En un suelo equilibrado sus reservas se calculan entre 800 Kg. a 15 toneladas por hectárea y son los microorganismos los que los extraen del humus y de la roca madre fijándose en las arcillas.

Son las micorrizas (hongos que se encuentran en las raíces de las plantas) quienes lo recuperan y lo facilitan a las plantas. Los superfosfatos asimilan estas micorrizas, eliminándolos, por lo que los agricultores que utilizan los abonos químicos se ven obligados a utilizarlos todos los años. Sólo una buena vida microbiana y la abundancia de micorrizas permiten asegurar la cantidad de fósforo que las plantas necesitan.

Su carencia se traducirá en un decaimiento de la planta, ya que es un elemento necesario para el desarrollo de las raíces. Ésta se manifiesta por la aparición de manchas púrpuras que afectan a las hojas más viejas. Se puede corregir añadiendo al suelo estiércol, huesos en polvo (tratados al vapor para evitar virus) harina de sangre o de pescado.

b) Magnesio

Constituye el 0,1 al 0,9 de la materia seca vegetal. Juega un papel esencial en la fotosíntesis.

Las reservas del suelo están entre las 15 y las 60 toneladas por hectárea y son los microorganismos los que lo hacen asimilable.

Su carencia puede corregirse aportando rocas trituradas ricas en magnesio como la dolomita, solución de algas marinas o estiércol líquido. Se manifiesta por el amarilleamiento de las hojas ya que es esencial para la formación de la clorofila. Un exceso de potasio impide a las plantas tomarlo del suelo.

c) Azufre

Constituye el 0,1 al 0,5 de la materia seca de los vegetales.

Las reservas del suelo oscilan entre 400 Kg. a 2 toneladas por hectárea y son los microorganismos los que los extraen de la roca madre y del humus. Una abundante vida microbiana es lo que asegura una buena alimentación de azufre para las plantas.

Su deficiencia se manifiesta en el amarilleamiento de las hojas ya que interviene en la formación de las proteínas y de la clorofila. Puede corregirse un suelo carente de azufre aportando compost o una capa de sulfato cálcico (yeso).

d) Potasio

No es un elemento constitutivo de los vegetales, pero es utilizado por las plantas hasta el estado de floración y luego es restituido al suelo a través de las raíces. Así, por ejemplo, una planta cosechada en su madurez, como el trigo, no consumirá potasio. Sin embargo, habrá que aportar potasio a través del compost o de cenizas de madera, cuando la planta se recolecta en estado joven, como muchas hortalizas, o cuando se trata se suelos arenosos con poca reserva potásica. Es esencial en los cultivos de raíz y, en general, para la síntesis de proteínas e hidratos de carbono.

Su carencia tiene por efecto la atrofia de las plantas y la disminución del tamaño de flores y frutos. Se manifiesta por el amarilleamiento del borde de las hojas y, a continuación, por su necrosis color marrón.

e) Oligoelementos

Son otros 23 elementos tomados del suelo por las plantas en dosis muy pequeñas, como cinc, manganeso, molibdeno, boro, hierro, cobre... Son los microorganismos los que los hacen asimilables mediante oxidación y quelación. Elementos como el fósforo oxidado por los microorganismos en fosfato, el azufre, en sulfato o el selenio en selenita. La quelación consiste en enlazar un elemento con una molécula orgánica, normalmente, un ácido. Así, por ejemplo, el hierro es quelado en forma de acetato de hierro.

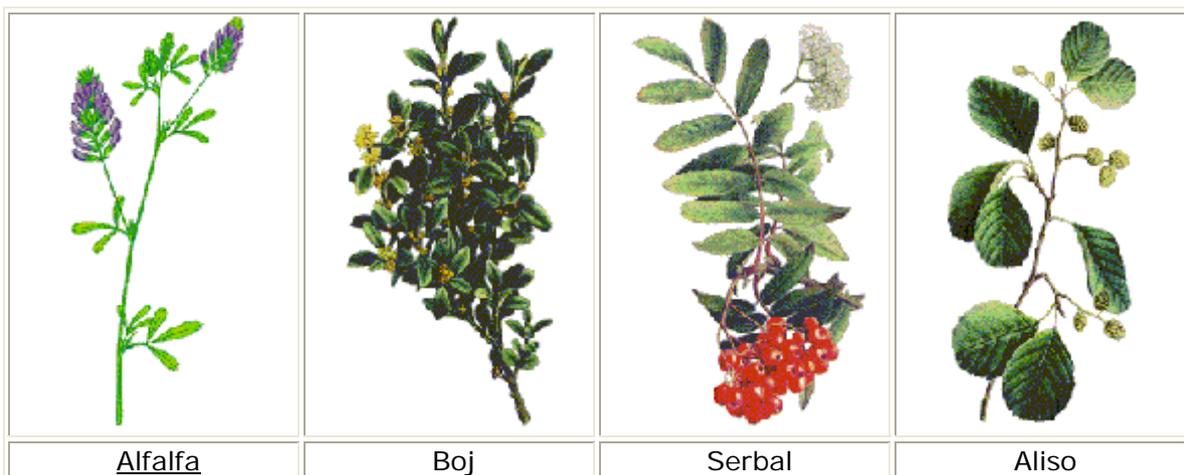
En la agricultura intensiva industrial, los suelos no reciben materia orgánica, que es el alimento de los microbios y, al mismo tiempo, reciben muchos pesticidas que los matan, desapareciendo poco a poco la vida microbiana.

2.6. Las hierbas y otras plantas como indicadores de tipo y condiciones del suelo

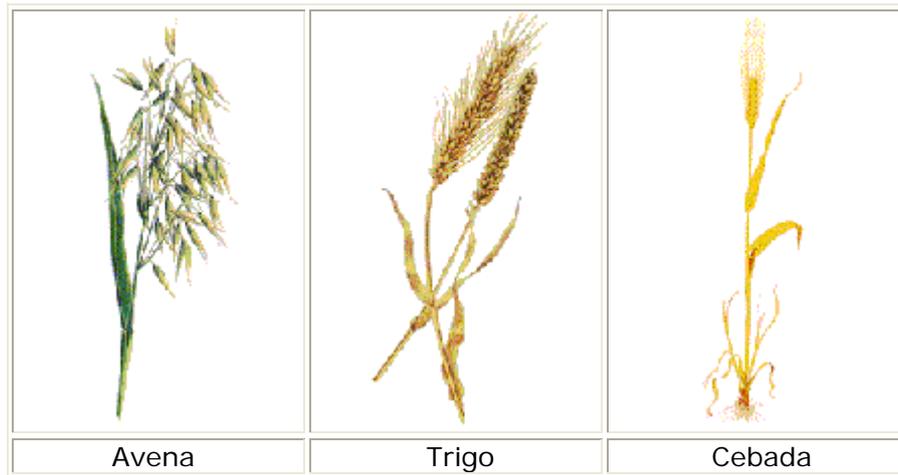
Existen estudios que demuestran que la presencia de determinadas plantas silvestres o adventicias sobre un terreno reflejan sus condiciones y, en ocasiones, son el primer paso, para la corrección de sus carencias.

He aquí algunos ejemplos, ya que una relación exhaustiva requeriría una pequeña enciclopedia de plantas silvestres.

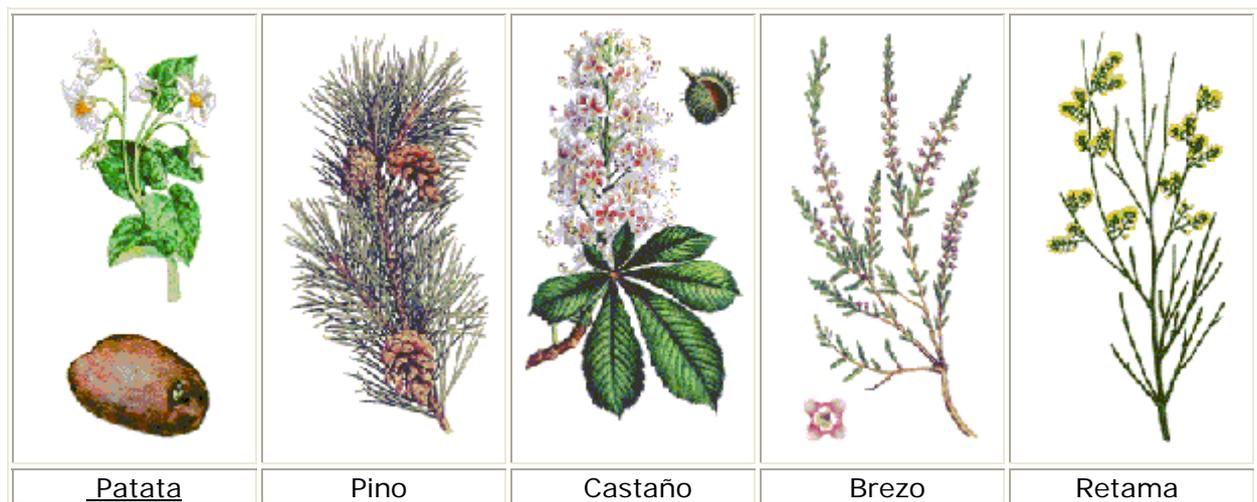
- **Las aulagas y matorrales** dispersos indican suelos permeables y secos.
- **La alfalfa, la esparceta, el boj, el serbal y el aliso** indican la presencia de tierra calcárea.



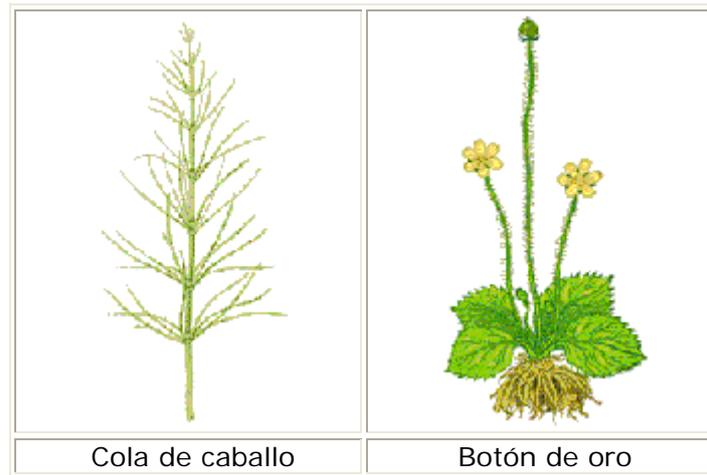
- **La avena, el trigo o la cebada** señalan la presencia de limos fértiles (cal, potasio y fósforo).



- **El centeno, la patata, el pino, el castaño, el brezo y la retama** indican la presencia de tierras silíceas.



- **Los bosques, arboledas frondosas y prados de pasto** indican la presencia de suelos impermeables húmedos.
- La humedad almacenada puede ser indicada por la **cola de caballo** (equisetum sp.), el **botón de oro rastrero** (ranunculus repens), la **hierbabuena borriquera** (mentha arvensis) y la **uña de caballo** (tussilago farfara).



- La abundancia de nitrógeno puede ser indicada por la **ortiga mayor** (*urtica dioica*), **el cenizo** (*chenopodium album*), la **hierba cana** (*senecio vulgaris*) y el **bledo** (*amaranthus retroflexus*).



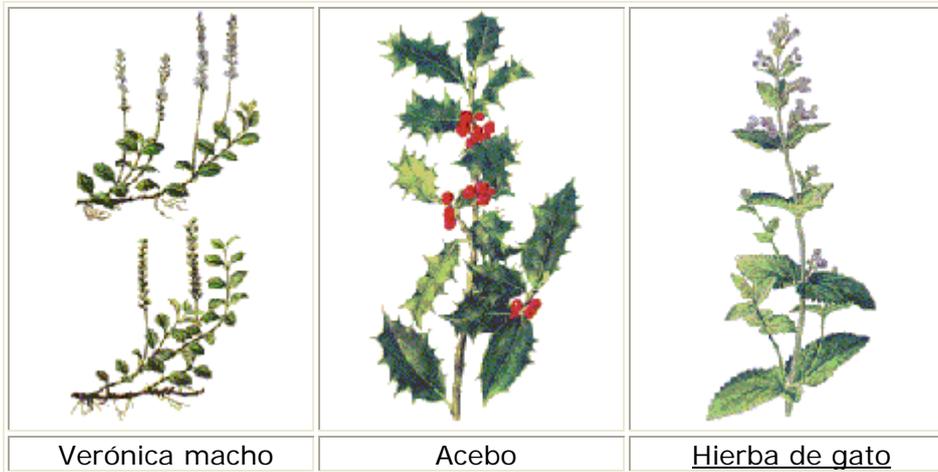
- La basicidad del suelo (pH por encima de 7): **la salvia de prados** (*salvia pratensis*), **la esparceta** (*onobrychis viciaefolia*), **el pensamiento** (*viola tricolor*) y la **mostaza silvestre** (*sinapis arvensis*).



Pensamiento

Mostaza silvestre

- La acidez del suelo (pH por debajo de 7): la **verónica macho** (*veronica officinalis*), el **acebo** (*ilex aquifolium*) y la **hierba de gato** (*stachys arvensis*).



Verónica macho

Acebo

Hierba de gato

- Muy mala estructura del suelo: **grama de olor** (*anthoxantum odoratum*), **cola de caballo** de los cultivos (*equisetum arvense*), **juncos** (*juncus sp.*), **carrizos** (*poligonáceas*).



Cola de caballo de los cultivos