

CAPÍTULO I

LA PLANTA, EL SUELO Y EL ABONADO

1.1. Introducción

El hombre en su inicio como agricultor comprendió pronto que para cultivar y producir alimentos para su sustento, debía aportarle al suelo estiércol de los animales o residuos vegetales con una cierta regularidad.

Ya, Teofrasto (s. III y IV a. d. C.) recomendaba estercolar las tierras poco productivas, y menciona también cómo los agricultores de Tesalia y Macedonia enterraban cultivos de Vicia faba u otras leguminosas con el fin de enriquecer sus tierras.

Los primeros estudios sobre nutrición vegetal se remontan al siglo III a de C.. Aristóteles, al observar que las plantas nacían en el suelo, dedujo que el material de que éstas estaban hechas era tierra. Esta idea se aceptó hasta que los famosos experimentos de Van Helmont fueron publicados por su hijo cuarenta años después de su muerte.

Van Helmont (1.577-1.644) plantó una pequeña rama de sauce, que pesaba 5 libras en 200 libras de suelo seco, y lo regó con agua de lluvia durante 5 años. Al final del período, el sauce pesaba 169 libras; como el suelo pesaba solamente dos libras menos que al principio del experimento, Van Helmont concluyó que su árbol estaba constituido fundamentalmente por agua.

Las investigaciones siguieron; así, Woodward (1.699) concluyó de sus experimentos que era la tierra la base de la vegetación.

Ya en 1.775 Francis HOME postuló que probablemente el principio de la vegetación era múltiple: agua, tierra, sales, aceite y fuego. Se llegó a pensar que las plantas tomaban directamente la materia orgánica del suelo la cual constituía su principal nutriente. Esta idea, en cierto modo, estaba corroborada por los análisis químicos que indicaban que plantas y humus contenían esencialmente los mismos elementos.

Joseph PRISTLEY (1.795) observó que las ramas de menta purificaban el aire, invirtiendo el efecto de la respiración. Más tarde descubrió la existencia de oxígeno. Ingenhouse (1.730-1.799) demostró que la purificación del aire por las plantas tenía lugar sólo en presencia de la luz y Senebier (1.742-1.809), postuló que el incremento de peso del sauce de Van HELMONT era debido al aire.

A principios del s. XIX, Theodore de SAUSSURE demostró que las plantas al respirar absorbían oxígeno y liberaban CO₂, y que además, en presencia de la luz, absorbían CO₂ y liberaban oxígeno; en ausencia de CO₂ las plantas morían. Igualmente, demostró la necesidad de nitratos en el medio de cultivo; además estableció que el carbono de las plantas procedía del aire, lo cual no fue aceptado inmediatamente por sus coetáneos.

A finales del s. XIX, Jean Baptiste BOUSSINGAULT, químico francés, empleando las cuidadosas técnicas de DE SAUSSURE, inició los métodos de experimentación agrícola en parcelas de campo.

Fue, Justus VON LIEBIG (1.803-1.873) químico alemán quien estableció: que la mayor parte del carbono en las plantas procede del CO₂ atmosférico, que el hidrógeno y oxígeno proceden del agua, los metales alcalinos se necesitan para neutralizar los ácidos que segregan las raíces de las plantas, que los fosfatos se necesitan para la formación de las semillas y que las plantas absorben del suelo indiscriminadamente pero excretan por sus raíces las sustancias que no necesitan. Igualmente, desarrolló la Ley del Mínimo: el crecimiento de las plantas está limitado por el elemento presente en menor cantidad, aún cuando los demás estén presentes en cantidades apropiadas.

En 1.843, se estableció en Rothamsted (Inglaterra), la primera estación experimental agrícola, cuyos fundadores fueron LAWES Y GILBERT, quienes demostraron que no todos los principios de Liebig eran correctos y fundaron las bases de la experimentación agrícola moderna; igualmente, establecieron entre otros los siguientes puntos: las cosechas requieren fósforo y potasio, pero la composición de las cenizas no es una medida de los requerimientos minerales de las plantas; las plantas no leguminosas requieren un suministro de nitrógeno, además del de fósforo y potasio; la fertilidad de los suelos puede mantenerse durante cierto tiempo añadiendo fertilizantes químicos.

I.2. Composición elemental de las plantas

Nutrientes vegetales son aquellos elementos químicos que en mayor o menor proporción son necesarios para el desarrollo de las plantas, y que en general éstas toman del suelo por las raíces, y del aire por las hojas.

Carbono, oxígeno e hidrógeno, constituyen la mayor parte del peso seco de las plantas (incluido el 8 % de agua residual), estos elementos provienen del CO₂ atmosférico y del agua. Les siguen en importancia cuantitativa el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre que son absorbidos del suelo. Al menos 60 elementos químicos distintos han sido detectados en las plantas.

La absorción de nutrientes por cada planta es selectiva; así, por ejemplo, en condiciones similares las gramíneas absorben más potasio y menos calcio que las leguminosas.

Los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas son: macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), mesonutrientes (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes u oligoelementos (hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno).

I.3. El nitrógeno en el suelo

El nitrógeno es un elemento fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas, etc. Las plantas lo absorben principalmente por las raíces en forma de NH₄⁺ y de NO₃⁻.

Más del 95 % del nitrógeno del suelo está en forma de materia orgánica, cuya fracción menos susceptible de sufrir una descomposición rápida es el humus. El nitrógeno inorgánico está fundamentalmente como NH₄⁺, del cual sólo una pequeña parte está en la solución del suelo y en las sedes de intercambio, pues nitrifica rápidamente, el restante está en forma difícilmente cambiante formando parte de los silicatos.

La cantidad de nitrógeno disponible para las plantas depende del equilibrio entre mineralización (conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral, ya sea por aminización, amonificación o nitrificación) e inmovilización (proceso contrario). Esta mineralización depende, entre otros factores, de la temperatura del suelo, siendo muy activa con temperaturas altas, como sucede en la mayor parte de la Península.

Denominamos relación carbono-nitrógeno (C/N): a la razón del porcentaje de carbono al nitrógeno en un material fresco, en un humus, o en un suelo en general.

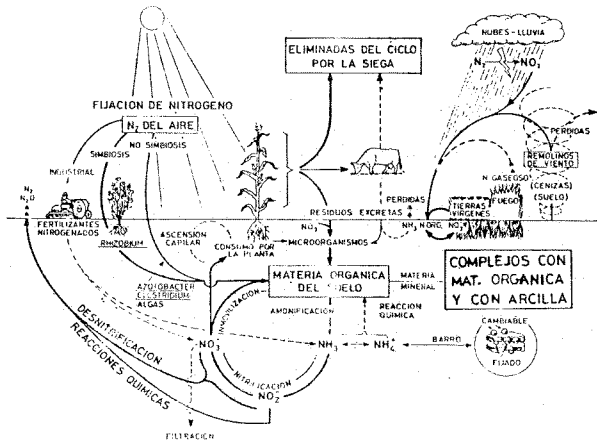


Fig. 1. El ciclo del nitrógeno (modificado de Sauchelli)

La fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo se realiza de una forma natural ya sea biótica (por microorganismos que viven en simbiosis con vegetales o libres en el suelo) o abióticamente (por descargas eléctricas naturales $N_2 \rightarrow NO_3^-$ a través de la lluvia).

Cuadro 1. Fijación media de Nitrógeno por leguminosas.

Leguminosa	Especie de Rhizobium	Nitrógeno fijado (Kg/ha)
Alfalfa	R. meliloti	180
Meliloto	R. meliloti	110
Trébol rojo	R. trifolii	120
Guisante	R. leguminosarum	70
Soja	R. japonicum	60
Judía	R. phaseoli	40

Los suelos ricos en materia orgánica pueden fijar amonio proporcionalmente a la cantidad de C de la misma. Por el contrario el ión nitrato (NO_3^-) no es retenido por el suelo, será lixiviado.

Con lo expuesto podemos concluir con el siguiente balance del nitrógeno en el suelo:

-Ganancias: por fijación simbiótica y no simbiótica, por el abonado y los arrastres del agua de lluvia.

-Pérdidas: por extracciones de las cosechas, por el lixiviado de nitratos, por desnitrificación y erosión.

Las carencias las corregiremos mediante el aporte de abonos orgánicos (abono verde, estiércol, compost, etc.) e inorgánicos (sangre en polvo, harina de huesos y cuernos, etc.).

Cuadro 2. Balance de pérdidas y ganancias de Nitrógeno en la Tierra

Nitrógeno fijado	Millones de tm	Pérdidas de nitrógeno	Millones de tm
Microorganismos terrestres no simbióticos.....	3,0	Desnitrificación terrestre	4,3
Fijación simbiótica			
Desnitrificación (leguminosas).....	1,4	marina	4,0
Fijación en océanos (algas).....	1,0		
Fijación industrial	3,0		
Fijación atmosférica	0,8		
Nitrógeno total fijado.....	9,2	Pérdidas totales.....	8,3

I.4. El fósforo en el suelo

El fósforo se puede encontrar en el suelo en fase sólida (ya sea inorgánico y orgánico) o en fase líquida (inorgánico). En el primer caso, en su forma inorgánica y en su mayor parte, se presenta en la fracción arcilla, siendo solubilizado por la acción microbiana, acción que puede ser neutralizada por el CO₃ Ca. En su forma orgánica, corresponde parte al material propio de los microorganismos, otra a las fitinas, etc.

En cuanto a su presencia en la fase líquida del suelo está regulada por una serie de reacciones químicas y de formación de complejos solubles (con humato férrico). La fijación del fósforo disminuye al aumentar el pH del suelo (con excepción si los responsables de esta subida son compuestos de Calcio).

La relación N:P en la materia orgánica del suelo es aproximadamente 10:1. Las necesidades de las plantas guardan aproximadamente el mismo orden de magnitud. Teóricamente, por tanto, las necesidades de P de la planta deberían ser satisfechas si la mineralización de la materia orgánica fuese lo suficientemente rápida y abundante. En la práctica esto no es válido por dos razones: (además de que la relación N:P es mayor de 10:1 en algunos suelos)

-El P liberado reacciona con la fracción mineral del suelo decreciendo la posibilidad de ser absorbido por la planta.

-El P es relativamente inmóvil debido a su baja concentración en la solución del suelo.

Por lo tanto, la materia orgánica no es normalmente una fuente suficiente en la fertilización fosfórica de la planta. Sin embargo, tiene un papel importante al aumentar la disponibilidad del P inorgánico ya que reemplaza fosfatos por humatos en compuestos insolubles. La materia orgánica envuelve también minerales de Fe y Al en humus, libera aniones como citrato, tartrato, oxalato y malato que aunque disminuyen el pH (favoreciendo precipitación de fosfatos de Al y Fe) son capaces de quelar Fe y Al previniendo la formación de fosfatos insolubles. De lo que se deduce el interés de la localización del abonado fosfórico a efectos de estar cerca de las raíces de las plántulas.

Las carencias las corregiremos aportando: fosfato mineral, huesos, gallinaza, purín, algas calcáreas, escorias Thomas, etc.

1.5. El potasio en el suelo

Siempre se encuentra en forma inorgánica, y en parte en equilibrio reversible entre la fase en solución y la fácilmente cambiabile, dependiendo de la temperatura.

Las plantas difieren en su capacidad de utilizar las distintas formas de potasio, según la capacidad de intercambio catiónico de la raíz. Las plantas leguminosas poseen el doble de capacidad de cambio que las gramíneas.

El potasio actúa como cofactor en reacciones enzimáticas, metabolismo y translocación del almidón, absorción del ión NO_3^- , apertura de los estomas y síntesis de proteínas.

Las carencias las corregiremos aportando: “lisier”, cenizas de madera, granito y basalto en polvo, “compost” de hojas, (helechos, consuelda, etc.), sales minerales ricas en potasio, etc.

I.6. El calcio en el suelo

Los iones calcio en la solución del suelo pueden seguir alguno de estos caminos: lixivarse, ser absorbido en el complejo de cambio, o precipitarse como compuestos secundarios en climas áridos. En suelos de regiones húmedas, el calcio se encuentra en forma intercambiable y en forma de minerales primarios sin descomponer.

El calcio es absorbido por las plantas como ión Ca^{++} a partir de la solución del suelo, y en menor escala, por el proceso de intercambio de contacto a partir del absorbido en el complejo de cambio.

Su deficiencia se manifiesta primero en los tejidos meristemáticos de tallos y raíces, con lo cual el crecimiento cesa.

Las carencias las corregiremos aportando: rocas calizas (dolomita, mármol, etc.), algas calcáreas en polvo; escorias Thomas; etc.

I.7. El magnesio en el suelo

El magnesio se absorbe por las plantas en forma de ión Mg^{2+} a partir de la solución del suelo principalmente, y, en menor escala, por el mecanismo de intercambio de contacto entre las raíces y las partículas de adsorbente.

Cosechas particularmente sensibles a las deficiencias en magnesio son: maíz, avena y patatas.

La toxicidad por exceso de magnesio se debe a que éste impide la absorción de calcio; se soluciona añadiendo calcio. No son de temer deficiencias en magnesio en suelos poco lavados de regiones semiáridas.

Las carencias las corregiremos por el aporte de cenizas de madera, talco, olivino, serpentina, silicato magnésico, soluciones de algas marinas, etc.

I.8. El azufre en el suelo

Se encuentra el azufre en el suelo en forma de sulfuros, sulfatos y azufre orgánico. En la mayoría de los suelos arables se encuentra en forma de mate-

ria orgánica, y en mucha menor proporción como sulfatos solubles en la solución del suelo o adsorbidos en el complejo de cambio.

El azufre es requerido por las plantas en aproximadamente las mismas cantidades que el fósforo, y es un componente indispensable de los aminoácidos azufrados, apareciendo en la composición de vitaminas y coenzimas, etc.

Las deficiencias de azufre en las plantas se manifiestan por una clorosis uniforme.

I.9. Los oligoelementos en el suelo

El contenido de oligoelementos de un suelo depende casi totalmente del de las rocas primarias de que deriva, y de los procesos de meteorización y degradación a que ha sido sometido y de los aportes externos.

En suelos ricos en materia orgánica los oligoelementos pueden ser quelados o absorbidos por aquella o por los complejos materia orgánica-filosilicatos.

Las plantas difieren en su capacidad de absorción de cada oligoelemento concreto a partir de un mismo suelo, y las cantidades relativas tomadas por una misma especie vegetal varían de un suelo a otro según sea la composición, pH, humedad, fertilidad, contenido en el elemento considerado, etc.

I.9.1. Hierro

El hierro es muy abundante en general en los suelos pudiendo presentarse en forma de ión ferroso (Fe^{2+}) o ión férrico (Fe^{3+}).

Normalmente se absorbe por las plantas en forma de Fe^{3+} o en forma de quelatos.

En las clorosis férricas de los suelos calizos se constatan contenidos totales en hierro superiores a los normales en las hojas afectadas, sin embargo, el hierro soluble (en $\text{ClH } 1\text{N}$) es mayor en las hojas normales. Parece ser que el bicarbonato inactiva el hierro adsorbido y la planta reacciona absorbiendo más hierro que a su vez es inactivado. También se pueden presentar deficiencias en hierro por un exceso de cobre, como ocurre en zonas donde tradicionalmente se utilizan fungicidas a base de este elemento (caldo bordelés, etc.) o por exceso de fosfatos.

Para superar la carencia se empleará en la confección del "compost" sólo rocas en polvo con poco calcio, compost de turba, hojas y excrementos de animales.

1.9.2. Manganese

En el suelo el manganeso está presente en forma de silicatos, óxidos, combinaciones orgánicas, en el complejo de cambio, etc.

En suelos ácidos se puede producir toxicidad debida a un exceso de manganeso. Si la cantidad total es baja y el suelo es rico en materia orgánica, se pueden formar complejos orgánicos de Mn, poco disponibles para las plantas. Los microorganismos pueden absorber manganeso y de esta forma queda también en forma no disponible, a corto plazo.

Su función en la planta parece estar relacionada con la activación de numerosas enzimas y el mantenimiento de las estructuras de los cloroplastos.

La avena es una de las plantas cultivadas más sensibles a las deficiencias de manganeso.

1.9.3. Boro

El boro en los suelos se encuentra en la turmalina, borosilicato y en sedimentos de origen marino. También se encuentra en forma de sales, formando complejos con sesquióxidos de hierro y aluminio, o en la materia orgánica.

En la planta interviene en el transporte de azúcares, síntesis de pectinas, regulación de la síntesis del almidón, etc.

Las plantas difieren bastante en cuanto a sus necesidades en boro; así, cantidades que son necesarias para la alfalfa resultan tóxicas para las judías. El “corazón negro” de la remolacha se produce en casos de deficiencia. En los cítricos la escasez de boro ocasiona depósitos gomosos en el albedo y en manzanas se produce el “acorchado” de los frutos.

El uso de algas y rocas calcáreas con contenido en este elemento, en polvo, eliminará el problema de carencias en este oligoelemento. Se impedirá la desecación del suelo.

1.9.4.- Zinc

Su disponibilidad para la planta depende del pH (más disponible en suelos ácidos), del contenido en fósforo, de la cantidad de materia orgánica y de su adsorción por las arcillas.

Parece que actúa activando enzimas, estabilizando auxinas, etc.

Las deficiencias en zinc se han observado en maíz, sorgo, frutales, leguminosas, algodón, etc. En muchos de estos cultivos se produce un desarrollo en roseta de las hojas, debido al poco crecimiento de las distancias internodales.

1.9.5.- Cobre

El cobre aparece en el suelo adsorbido o combinado con la materia orgánica; parece demostrado que suelos con alto contenido en materia orgánica tienden a presentar deficiencias en cobre o añadir sulfato de cobre más frecuentemente que aquellos de bajo contenido.

Al aumentar la concentración de aluminio, disminuye la absorción del cobre. Un exceso de cobre puede provocar una deficiencia en hierro.

Son los cereales los que necesitan mayores cantidades de cobre.

Las carencias se remediarán aportando a la parcela rocas en polvo y soluciones microbiológicas de algas. Va bien introducir trozos de cobre en el depósito de agua de riego.

1.9.6. Molibdeno

Se encuentra en los minerales primarios como el olivino, en forma de anión $\text{MoO}_4^{=}$ fijado en las sedes de intercambio iónico en minerales de arcilla, en óxidos de hierro y aluminio a pHs ácidos y en pequeñísima cantidad en forma soluble en la solución del suelo.

La planta lo requiere para la fijación de nitrógeno atmosférico. La deficiencia de molibdeno suele implicar una acumulación de nitratos, ya que es esencial para el funcionamiento de la nitroreductora.

En exceso produce toxicidad en los animales que se alimentan de las plantas correspondientes.

Son particularmente afectados por un defecto de molibdeno las crucíferas y los cítricos.

El encalado soluciona muchas de las deficiencias en molibdeno; al igual que el aporte de algas, y un abonado verde de alfalfa.

1.10. La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo es uno de los materiales más complejos de la naturaleza. Con este nombre se designan todos los compuestos orgánicos que se encuentran en el suelo con excepción de los animales o vegetales vivos. Está integrada por compuestos húmicos y no húmicos (que se transforman en el suelo fundamentalmente con la acción microbiana).

La materia orgánica fresca se transforma en el suelo de acuerdo con diversos mecanismos y por diversos agentes, dando lugar finalmente, a compuestos relativamente estables de color oscuro, y de naturaleza coloidal, denominados humus.

La materia orgánica además de carbono, contiene hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo y metales que están en forma cambiante (Ca, Mg) o bien formando complejos (Fe, Al, Mn, Cu, Zn, etc.).

Los compuestos orgánicos más rápidamente atacados por la acción microbiana son los hidratos de carbono solubles, así como, el almidón, pectina y proteínas; le siguen celulosa y lignina. La rapidez de descomposición viene condicionada por el contenido mineral (relación C/N); una relación alta implica que la población microbiana no podrá multiplicarse a sus expensas a menos que utilice N inorgánico, si éste existe previamente en el suelo (abonado u otro). Aparte de la especie, edad, etc., del vegetal en degradación, ésta depende también de factores ambientales (temperatura, humedad, aireación, pH, etc.). Así, por ejemplo, la acción microbiana disminuye rápidamente cuando la temperatura del suelo está por debajo de 18°C.

Las funciones del humus en el suelo son:

a) Mejora las propiedades físicas del suelo:

-Estructura: agrupando las partículas en agregados de tamaño medio favoreciendo así la circulación del agua, aire y raíces.

-Aumenta la permeabilidad, capacidad de retención de agua y la temperatura del suelo.

-Disminuye la cohesión del suelo.

b) Regula y estimula la nutrición mineral:

-Aumenta la capacidad de cambio de iones.

-Es fuente y reserva de alimentos para la planta que los microorganismos liberarán por su acción mineralizadora.

- Mantiene el fósforo en forma asimilable para las plantas, por la formación de complejos fosfo-húmicos.

- Atenúa la retrogradación del potasio.

- Es fuente de CO₂, que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales del suelo, facilitando su absorción por la planta.

- Estimula el crecimiento de las raíces.

c) Aumenta la actividad biológica del suelo:

- Es alimento de microorganismos y lombrices sobre el cual actuarán transformándolo.

d) Eleva la capacidad de producción del suelo:

- Al crear, por lo expuesto en a), b) y c), mejores condiciones de vida para la planta cultivada y le permite producir más.

1.10.1. El proceso del “composting”

En la naturaleza se producen anualmente cantidades enormes de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabará en el suelo en forma de humus proceso de humificación natural lento; sin embargo, éste puede ser acelerado, amontonando la materia orgánica y promoviendo en ella el proceso denominado “composting”, y que consiste en la humificación artificial y acelerada de materia orgánica por una población microbiana en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación.

Atendiendo a la evolución de la temperatura, el proceso puede dividirse en cuatro períodos:

a) Mesofílico: La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos que contiene, se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

b) Termofílico: alcanzada ya la temperatura de 40 °C continúan los microorganismos termófilos con la labor. Si existe nitrógeno en exceso, éste se libera en forma de amoníaco y el pH se hace alcalino. A 60 °C los hongos termófilos mueren y la reacción es continuada por bacterias esporígenas y actinomicetos. A temperaturas por encima de los 60 °C las fracciones de celulosa y lignina, casi no se modifican, pero sí son atacadas las ceras, proteínas y hemicelulosas.

Conforme el material fácilmente degradable va siendo utilizado, la velocidad de la reacción disminuye, y eventualmente la velocidad de generación de calor es menor que la velocidad de pérdida a partir de la superficie del montón, y la masa empieza a enfriarse.

c) De enfriamiento: cuando la temperatura vuelve a ser menor de 60 °C los hongos termófilos de las partes externas, más frías, pueden reinvidir el centro y atacar a la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos pueden volver a empezar su actividad y el pH baja ligeramente, si bien permaneciendo en la zona alcalina. Aparecerán abundantes lombrices e insectos detritívoros.

d) De maduración: si los períodos a), b) y c) tienen lugar rápidamente (días o semanas), ésta por el contrario, requiere meses a temperatura ambiente. Habrá reacciones secundarias de condensación y polimerización que dan lugar al producto final, el humus.

Si transcurridos unos días el período mesófilo no se ha iniciado (no se incrementa la temperatura) en la masa vegetal habrá que achacarlo a errores en su construcción: la relación C/N es demasiado elevada por haberse utilizado un exceso de materiales ricos en carbono (paja, serrín, etc.), con lo que habrá que rehacer el montón mezclándolo con estiércol o restos de matadero; o se ha construido el montón con materiales demasiado secos, con lo que habrá que regarlo sin saturarlo (en intervalos de 12 h.); o está demasiado húmedo por las lluvias con lo que se volteará y mezclará con materiales secos; o es un montón demasiado pequeño (< 4 m³); o se ha construido en invierno con ambiente muy frío con lo que habrá que esperarse a la primavera, volteándolo y añadiendo algunas capas de materiales frescos.

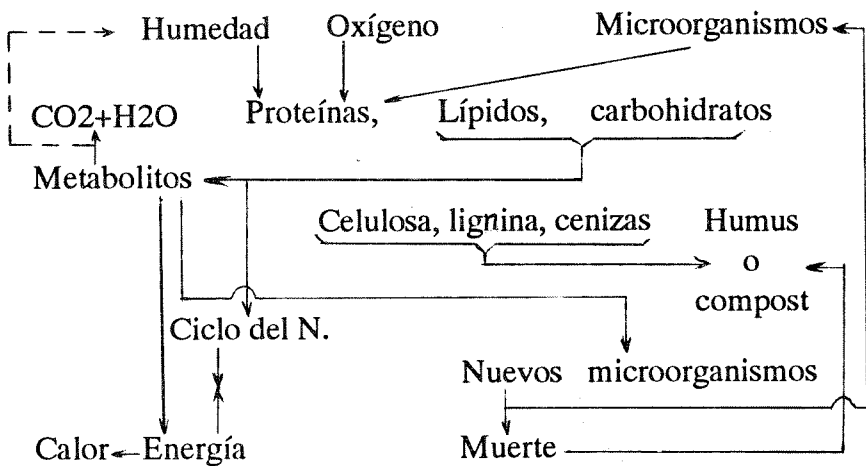


Fig. 2. Proceso de "composting"

Un olor a amoníaco en el montón durante el proceso de “composting” indica una relación C/N demasiado baja. Si el olor es a putrefacción indicará que tiene poca aireación por lo que habrá que voltearlo y mezclar las capas compactas con materia esponjosa y rica en carbono (paja, hierba seca, etc.).

Si al voltear el montón se observa la presencia de mohos blancos y los materiales poco descompuestos indicarán que el montón se ha secado excesivamente, con lo que habrá que regar las capas a medida que se va reconstruyendo y una vez acabado recubrirlo con una capa de 2 cm. de tierra; en climas cálidos sombrear el montón. Si el interior del montón está húmedo y compacto, con colores verde azulados y olor desagradable habrá que desmenuzar y mezclar bien las capas húmedas con las exteriores más secas (eliminándose así el exceso de agua que provocaba junto a la falta de aireación la anaerobiosis) durante el volteo.

1.10.2. Tipos de compost

1.10.2.1. De maleza

Material empleado: vegetación de sotobosque, arbustos, etc.; excepto coníferas. Zarcas, cardos y ortigas (antes de la floración). Diámetro máximo de las ramas: 8 mm.

Proceso: a medida que se va regando (no dejar que transcurra más de 48 h.) la maleza se la comprime en una cuba u otro recipiente no metálico, que se llena de agua hasta cubrir toda la masa, dejándola en maceración durante uno o más días, según el diámetro de las ramas más gruesas.

Transcurrido el tiempo de maceración se saca la maleza saturada de agua y se construye un montón bien compacto, con una sección rectangular de 2,25 m. de anchura, 1.6 m. de altura y longitud indeterminada. El volumen mínimo de material para una buena fermentación es de 4-5 m³.

Una vez finalizada su construcción, el montón se cubre con una capa de 2 cm. de tierra y algunas ramas para protegerlo de la desecación.

A las tres semanas se volteará el montón para airear y mezclar los materiales (sin comprimirlos). Se volverá a cubrir con una capa de tierra de 2 cm. de espesor, sobre la que se colocan ramas o brozas.

Se dejará descomponer durante 3 meses. El material obtenido se utilizará como cobertura sobre la superficie del suelo (acolchado o “mulching”). En el caso de que se quiera enterrar, la descomposición debe durar por lo menos 9 meses, volteando de nuevo el montón cuando fuese necesario airearlo y humedecerlo.

Con 4 m³ de malezas se pueden obtener 2 Tm. de compost; para ello un hombre tendrá que trabajar 3 días en la recolección y tres horas para el volteo del mismo.

1.10.2.2. De maleza y broza

Material empleado: A diferencia con el anterior éste tipo de compost añade a la maleza, broza (restos de vegetación muertos).

Primero, se recogerá la broza (evitando restos de especies resinosas). Las malezas se segarán y recogerán en segundo lugar, mientras la broza está en maceración.

Proceso: la broza se tiene en agua durante 7 días. A continuación se sacará y mezclará con la maleza en la proporción de 1 parte de maleza / 2 de broza. La mezcla se pone a macerar en agua durante 24 h.

Para la construcción del montón seguiremos lo dicho en el caso anterior; al igual que el volteo.

Este compost también es de cobertura.

1.10.2.3. De material vegetal con estiércol

Material empleado: restos vegetales, malezas, plantas aromáticas y estiércol de équidos o de pequeños rumiantes.

Proceso: se pondrán a macerar durante tres días la mezcla de restos vegetales y malezas. Se segarán las plantas aromáticas, y se pondrán durante un día e independientemente a macerar, de tal forma, que tanto mezcla vegetal y ellos finalicen el mismo día.

Los diversos materiales se colocan en capas de unos 20 cm. de altura, ordenados: restos vegetales - estiércol - plantas aromáticas; así, hasta que el montón alcanza unos 2 m. Se cubrirá el montón con tierra (2 cm.) y ramas. Se abrirán respiraderos verticales de aireación en el centro del montón distanciados 1-2 m. entre sí.

A las tres semanas se deshace y airea el montón, reconstruyéndolo como el "Compost De Maleza".

Pasados tres meses podrá utilizarse como cobertura.

En el caso de sustituir la maceración por un simple riego del montón, la sección de éste será trapecoidal. El compost resultante se incorpora al suelo en

barbecho, dejándolo madurar sobre el suelo durante varios días antes de incorporarlo mediante una labor.

1.10.2.4.- Según Método Quick - Return

Material: restos vegetales; 2 kg. de rocas en polvo; 0,5 kg. de cuernos en polvo, 1 kg. de algas calcáreas, *activador Q.R. ("Quick return"), paja y tierra.

Proceso: se acopiará 1 m³ de restos vegetales, mezclándose material húmedo y seco. Se harán capas de 20 cm. incorporando 2 kg. de rocas y 0,5 kg. de cuernos, ambos en polvo, y por capa. El montón tendrá forma cuadrada 1 x 1. Cada capa se cubrirá con 1 cm. de tierra de huerta o "compost". Sobre ésta, se añadirá 1 kg. de algas calcáreas en polvo, y se pulverizará el 25 % del activador que se ha diluido en medio litro de agua. Se elaborarán así cuatro capas. La quinta se cubrirá sólo con 1 cm. de tierra. El montón se cubrirá con paja, sacos, etc.

En el plazo de 24 a 48 horas se eleva la temperatura a 60 ó 65 °C. Cuando se llega a la temperatura deseada, se retiran todas las cubiertas, con lo que no se produce un exceso de calor. Estará listo para ser utilizado a los 3 ó 6 meses.

* El activador Q.R. fue desarrollado a partir de los años 30 por la Sta. Maye Bruce en Inglaterra. Los ingredientes necesarios son: ortiga (*Urtica dioica*), aquilea (*Achillea millefolium*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), diente de león (*Taraxacum officinale*), valeriana (*Valeriana officinalis*), corteza de roble (*Quercus robur*), miel pura y una alga verde. La cantidad a utilizar es de 0,1 g. de la mezcla en polvo (un pellizco) en 1 l. de agua de lluvia.

1.10.2.5. Activado con levadura de cerveza

Material: restos vegetales; 0,5 kg. levadura fresca de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*); tierra; agua tibia; azúcar.

Proceso: el montón será rectangular: 2 x 1,2, y 1 m. de altura. Se harán capas de material vegetal de 8 a 10 cm. de espesor, cubriéndose con una capa de suelo de 2-4 cm. Se harán capas hasta alcanzar 25 cm. de espesor. Se preparará entonces, una solución de levadura (0,5 kg. levadura/1 l. de agua fría). De esta solución se toma 1/3 l., y se mezclará con 10 l. de agua tibia en una regadera. Añadir una cucharada sopera de azúcar y esperar a que la levadura justo empiece a trabajar. Entonces rociar la solución sobre toda la superficie del montón, cuya última capa debe ser de material vegetal verde.

Se continuará construyendo el montón como se ha descrito. Para el cultivo de hortalizas en suelos ácidos, pueden añadirse dos capas finas de cal para huertos, pero no cerca de la capa rociada con la solución de levadura.

Cuando el montón alcanza unos 75 cm. de altura, andar sobre su superficie para compactar un poco el material si es necesario. Se aportará el último 1/3 de solución de levadura de cerveza preparada. Se llegará por capas alternadas al metro de altura, acabando con una capa de suelo.

Se añadirá agua fría si el material utilizado está seco.

Pasados de 4 - 6 días se habrá elevado la temperatura del montón y éste debe ser volteado mezclando las capas externas menos descompuestas con las internas más descompuestas.

Se volteará una segunda vez al cabo de unos 10 días. El montón puede ser examinado al cabo de 14 días para ver si está listo para ser utilizado.

Se protegerá al montón de las lluvias.

1.11. El abonado en la agricultura ecológica

El abonado en la agricultura ecológica irá orientado a proteger y fomentar la vida microbiana en el suelo, al cual consideraremos como un elemento “vivo” de la explotación, que proporcionará cuanto necesiten para nutrirse las plantas. Para ello cerraremos cuanto nos sea posible el ciclo biológico de nuestro ecosistema agrícola, es decir, todo lo que se genera en una parcela de terreno de alguna forma debe regresar al ecosistema, por tanto, tenderemos a cultivar aquellos cultivos con técnicas adecuadas que favorezcan el medio edáfico y ambiental, procurando evitar aquellos que son degeneradores y devastadores del equilibrio inicial o hacia el que marchamos en la práctica agrícola ecológica.

Como abonos utilizados en agricultura ecológica:

a) Orgánicos:

- Estiércol
- Resíduos de cosecha
- “Compost”
- Abonos verdes
- Materia orgánica reciclada
- Algas

b) Minerales:

- Rocas silíceas
- Fosfatos naturales y calcinados (Escuela Biodinámica)
- Escorias básicas (Thomas)
- Sulfatos de potasio, magnesio y calcio
- Cloruro de potasio
- Carbonato de magnesio y calcio
- Oligoelementos en forma de sales
- Cenizas de madera

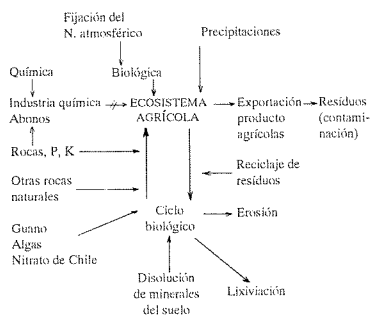


Figura 3. Balance de nutrientes en un ecosistema agrícola.

1.11.1. El estiércol

El estiércol está formado por una mezcla de la cama de los animales y de deyecciones, que han sufrido fermentaciones más o menos avanzadas en el establo y después en el estercolero.

El estiércol sufre fermentaciones muy activas, que elevan su temperatura hasta 60-80 °C y conducen, por último, a la formación de la denominada “manteca negra”. Para reducir el desprendimiento de amoníaco y activar la descomposición de la materia orgánica es necesario impedir la presencia de aire en el interior del montón de estiércol. Este ha de estar constantemente húmedo y bien apelmazado. Por ello es recomendable el riego periódico con purín y el pisoteo por los animales.

También se puede mejorar la calidad del estiércol espolvoreando sobre la cama rocas naturales trituradas, como fosfatos o rocas silíceas, y tierra arcillosa.

Los estiércoles de invierno, enterrados tardíamente en marzo por ejemplo, en plantas de escarda, pueden provocar una depresión en la vegetación, que se

puede prevenir aportando nitrógeno para activar su descomposición y compensar el bloqueo del nitrógeno del suelo, tal como se hacía en el caso de las pajas enterradas detrás de la cosechadora.

Se debe evitar distribuir el estiércol al mismo tiempo que productos ricos en cal susceptibles de provocar una pérdida suplementaria de amoníaco.

Las cantidades de estiércol que se recomiendan son de 10 a 50 Tm/ha. si es de vaca, de 5 a 20 Tm/ha. para estiércol de ovino y de 0,5 a 3 Tm./ha. para la gallinaza.

En terrenos arenosos es mejor realizar pequeños aportes con regularidad. Por el contrario, en terrenos arcillosos pueden hacerse aportes mayores y más espaciados.

Durante la transformación de las fincas hacia la agricultura ecológica, especialmente en tierras con débil actividad biótica y bajo contenido en materia orgánica, los aportes moderados y repetidos son siempre preferibles a los aportes masivos.

Cuadro 3. Riqueza media de algunos estiércoles.

Tipo	(%) Mat. seca	N	P2O5	K2O	MgO	S
De vacuno	32	7	6	8	4	-
De oveja	35	14	5	12	3	0.9
De cerdo	25	5	3	5	1.3	1.4
De caballo	100	17	18	18	-	-
Gallinaza	28	15	16	9	4.5	-
Purines	8	2	0.5	3	0.4	-
Guano de Perú	100	130	125	25	10	4

1.11.2. Resíduos de cosechas

Son los desechos orgánicos que deja el cultivo “saliente” en o sobre el suelo, en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos aéreos o subterráneos. Tales resíduos no deben despreciarse pues representan, por término medio, de 500 a 800 kg. de humus al año.

Estos resíduos tras tritararlos se irán incorporando progresivamente a la tierra de cultivo; en el caso de resíduos de horticultura intensiva, se descompondrán en montones de compost.

Cuadro 4. Cantidad de humus formada por residuos de cosecha

Cultivo (rdto. medio)	kg humus/ha de cultivo
Rastrojo y raíces de trigo	300-600
Raíces y paja enterrada de trigo	600-1200
Rastrojo y raíces de cebada	200-500
Raíces y paja enterrada de cebada	400-1000
Raíces y rastrojo de maíz	400-800
Raíces, hojas y cañas enterradas de maíz	800-1200
Hojas y cuellos de remolacha	500-800
Abono verde	300-700
Raíces de patata	50-150

Los residuos verdes, como hojas de hortalizas u hojas y cuellos de remolachas, deben ser triturados y dejados sobre el suelo al menos unos cuantos días antes de iniciar su incorporación, pues contienen demasiada agua para una buena fermentación.

1.11.3. El “Compost”

Nos remitimos a lo expuesto en el apartado 10 de este capítulo.

En la práctica, y de forma general, el compost se utilizará bien maduro en horticultura intensiva, y sobre los pastos, en primavera o verano, especialmente en las regiones donde el clima frena la actividad biótica, como son los fríos de montaña o las regiones con fuerte sequía estival. También habrá que utilizarlo en el período de transformación de la finca para incrementar su actividad biótica; grandes cantidades de “compost” maduro se utilizarán para mejorar rápidamente una tierra fría y arcillosa.

Las cantidades de “compost” a utilizar variará entre 5 y 30 Tm/ha.

1.11.4. El purín y el “lisier”

Por purín se entiende solamente la orina de los animales. El conjunto de deyecciones sólidas y líquidas, y de agua, con una pequeña cantidad de paja o residuos de alimentos bastos se denomina estiércol líquido o “lisier”.

El purín es un producto muy fermentable que debe de sustraerse a la acción del aire, ya que hay peligro de perder una parte de su amoníaco.

El producto final puede mejorarse añadiendo a las fosas un material rico en carbono, como paja finamente triturada, serrín o “compost” (1 m³/30 m³ de purín), para aumentar la relación C/N a un valor cercano a 10. También pueden añadirse fosfatos naturales triturados.

Se utilizarán así fermentados, como abono de pastos y cereales, fundamentalmente, también en hortofruticultura aunque con precauciones si la temperatura ambiental es baja.

Su acción fertilizante es más rápida que la de los estiércoles; las dosis utilizadas varían según el tipo de cultivo, oscilando entre 10 y 50 m³/ha para el purín y 10 a 30 m³/ha. para el “lisier”.

1.11.5. Abonado en verde

Se trata de plantas de vegetación rápida que se entierran en el propio lugar de cultivo, y destinadas especialmente a mejorar las propiedades físicas del suelo enriqueciéndolo en humus.

La acción fertilizante de esta práctica es de dos tipos:

- Las leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno (50 - 60 unidades de nitrógeno).

- Los cultivos enterrados devuelven a la zona superficial del suelo, bajo una forma muy asimilable, ácido fosfórico y potasa, que han sacado en parte del subsuelo.

Además, el abono verde estimula la actividad biológica del suelo, protegiéndolo de la erosión causada por la lluvia, así como, de su desecación por la acción del sol y del viento. Así mismo, asegura la renovación del humus, acelerando la mineralización del humus estable y reemplazándole por humus joven, mucho más activo. Durante la descomposición del abono verde se liberan o sintetizan sustancias orgánicas (vitaminas, auxinas, etc.), se impide la lixiviación de nitrógeno por efecto de la lluvia, se asegura una mejor descomposición de las pajas de los cereales, al mantener un medio húmedo y equilibrar la relación C/N. Esta práctica limita también el desarrollo de las hierbas adventicias.

Tras la siega o triturado del abono verde será necesario dejarlo primero en la superficie de la parcela para que se prehumifique, y a continuación, se enterrará muy superficialmente, para finalmente (a las 2-3 semanas), incorporarlo a la capa arable del suelo.

1.11.5.1. Elección del abono verde

Para la elección del abono verde así como de los cultivos subsiguientes habrá que tener en cuenta:

a) Las condiciones del suelo: si existen problemas de disponibilidad de nutrientes, monocultivo continuado, pH, etc, se elegirán cultivos menos exigentes como las crucíferas o el trigo sarraceno.

b) Las condiciones del clima: en zonas con veranos secos haremos siembras de abono verde bajo cubierto; si los veranos son húmedos se podrán alternar siembras bajo cubierto e intercaladas.

c) Duración de la vegetación: los más rápidos, crucíferas y trigo sarraceno (ocho semanas). Les sigue la veza.

d) Fecha de siembra: para los abonos verdes intercalados de primavera (haba caballar, guisante forrajero, veza, mostaza blanca, etc.) se eligen especies que puedan desarrollarse rápidamente desde comienzos de la primavera.

Para los abonos verdes intercalados de verano, se sembrarán plantas de desarrollo más rápido cuanto más tardías sean las siembras.

Para los abonos verdes de otoño destinados a permanecer en el lugar hasta la primavera, se sembrarán especies resistentes a las heladas (veza villosa, colza de invierno, trébol, etc.).

e) Invasión de hierbas adventicias: si es muy pronunciada se elegirán para eliminarlas la facelia o el trigo sarraceno. Si la invasión es de avena loca, se sembrará una mezcla conteniendo avena.

Si predominan las hierbas adventicias de raíz se sembrará una crucífera.

Contra la grama, bastarán dos cultivos seguidos de centeno, contra la cola de zorra (*Alopecurus agrestis*) el ray-grass.

f) El lugar que ocupan en rotación: se procurará variar los abonos verdes (alternar crucíferas y leguminosas), se evitará repetir demasiado frecuentemente el trébol, sobre todo si interviene en un cultivo principal dentro de la rotación; antes de un cultivo de primavera de siembra tardía (maíz, girasol), y si el suelo no necesita una labor de otoño, se sembrará un abono verde resistente al hielo, que vegetará durante todo el invierno; se evitará sembrar una crucífera antes o después de un cultivo principal perteneciente a la misma familia (col, colza, mostaza).

1.11.5.2. Plantas utilizadas como abonos verdes

a) Plantas leguminosas

Son los abonos verdes utilizados con mayor frecuencia en agricultura ecológica por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico.

Así tenemos:

- El trébol blanco enano (*Trifolium repens*) y la lupulina (*Medicago lupulina*) se siembran generalmente bajo cubierto entre los cereales, en primavera. Se puede igualmente utilizar el trébol blanco como abono verde anual, en cabeza de una rotación cerealista.

- El trébol violeta (*Trifolium pratense*) se siembra algunas veces bajo cubierto entre los cereales de primavera, y cuando éste tiene tres o cuatro hojas (para que no compita por la humedad del suelo). También se utiliza como abono verde anual, generalmente asociado con el ray-grass italiano.

- El trébol de Alejandría (*Trifolium alexandrinum*) (30 kg/ha) y el trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*) (35 kg/ha) pueden ser sembrados como abonos verdes intercalares después de un cultivo de cosecha precoz (o lo más tarde a mediados de julio), o como abonos verdes anuales.

- El trébol blanco enano (*Trifolium repens*) y la lupulina (*Medicago lupulina*) se siembran generalmente bajo cubierto entre los cereales, en primavera. Se puede igualmente utilizar el trébol blanco como abono verde anual, en cabeza de una rotación cerealista.

- El trébol violeta (*Trifolium pratense*) se siembra algunas veces bajo cubierto entre los cereales de primavera, y cuando éste tiene tres o cuatro hojas (para que no compita por la humedad del suelo). También se utiliza como abono verde anual, generalmente asociado con el ray-grass italiano.

- El trébol de Alejandría (*Trifolium alexandrinum*) (30 kg/ha) y el trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*) (35 kg/ha) pueden ser sembrados como abonos verdes intercalares después de un cultivo de cosecha precoz (o lo más tarde a mediados de julio), o como abonos verdes anuales.

- La veza villosa (*Vicia villosa*) (30-40 kg/ha), veza sativa (*Vicia sativa*) (70 kg/ha), haba caballar (*Faba vulgaris* var. *equina*) (100 kg/ha) y el guisante forrajero (*Pisum sativum* var. *arvense*) (70 kg/ha) pueden ser sembrados después de la cosecha de un cultivo que libere el suelo antes de mediados de agosto, o tempranamente en primavera antes de un cultivo que se siembre tardíamente, o como abono verde anual.

La veza y el guisante se asocian casi siempre a un cereal, el cual les servirá de tutor.

- El trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) de enraizamiento profundo, lo que le hace interesante a zonas secas.

- La cicérula (*Lathyrus cicera*) es una leguminosa trepadora muy interesante para cultivos con marco de plantación amplio (maíz, col, etc).

- La serradella (*Ornithopus sativus*) prefiere los suelos ligeros y húmedos. Puede ser sembrada bajo cubierto entre un cereal, o después de su cosecha si es un cereal precoz.

- El altramuz blanco (*Lupinus albus*) es tolerante a la cal; el altramuz azul (*Lupinus angustifolius*) y el altramuz amarillo (*Lupinus luteus*) prefieren suelos arenosos y arcillo-arenosos. (200 kg./ha.).

- El meliloto amarillo (*Melilotus officinalis*) y el meliloto blanco (*Melilotus alba*) toleran suelos calizos y están dotados de un potente sistema radicular.

- Otras leguminosas de interés para el Sureste Español: yeros (*Vicia ervilia*), algarrobas (*Vicia monanthos*) y almorta (*Lathyrus sativum*).

b) Gramíneas

Se sembrarán en asociación con las leguminosas; así tenemos ray-grass italiano (*Lolium multiflorum*), cebada, avena, centeno, etc.

c) Crucíferas

Entre otras tenemos: la mostaza blanca (*Sinapis alba*) (12-15 kg/ha), el nabo forrajero (*Brassica napus* var.oleifera) (10-12 kg/ha), rábanos forrajeros (*Raphanus raphanistrum*) (18-20 kg/ha), etc.

Ventajas de la utilización de este tipo de abono verde están en que al tener un desarrollo muy rápido (menos de dos meses) soluciona intervalos entre cultivos cortos, son capaces de utilizar reservas minerales del suelo mejor que la mayor parte de las plantas, y de acumular importantes cantidades de ellos en sus partes aéreas; son plantas pioneras que pueden germinar en suelos pobres en humus, donde podría haber problemas con la implantación de leguminosas.

El colinabo Perko (*Brassica napus* var.napobrassica), es un híbrido entre una col china y nabo forrajero. Su producción es mayor que la de las otras crucíferas y tiene un enraizamiento muy importante, siendo resistente a las heladas.

d) Otras plantas utilizadas

- El trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*; familia: Quenopodiáceas) (70-80 kg/ha), con las ventajas: crecimiento rápido, poca exigencia en nutrientes y limpiadora de hierbas adventicias, disminuye el pH.

- La facelia (*Phacelia tanacetifolia*) (12-15 kg/ha) de vegetación muy abundante y sistema radicular muy ramificado; planta muy melífera; ahoga a las hierbas adventicias.

- La espinaca, como abono verde de primavera.

- El girasol, por ser resistente a la sequía.

- Etc, etc.

1.11.5.3. Prácticas culturales

La preparación del suelo para la siembra del abono verde será ligera: bina, rastrillado o gradeo antes de la siembra.

Se abonará nitrogenadamente cuando el abonado verde sea con crucíferas.

1.11.6. Materia orgánica reciclada

En el comercio pueden obtenerse abonos orgánicos ricos en nitrógeno de diversas procedencias: desechos de mataderos y pescaderías, tortas industriales, pulpa de remolacha, etc.

Cuadro 5. Resíduos de industrias agroalimentarias utilizados como abonos ricos en nitrógeno.

Tipo de abono	N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	Dosis de uso (kg/ha)
Tortas oleaginosas	4-7	-	-	400-1500
Sangre en polvo	10-14	-	-	200-500
Cuernos y pezuñas	12-15	-	-	200-600
Carne en polvo	9-11	-	-	200-500
Cueros en polvo	7-9	-	-	300-1200
Resíduos de lana	3-9	-	-	400-1500
Harina de pescado	4-10	3-6	1-2	300-1000
Huesos en polvo	2-3	16-20	-	300-500
Tortas de algodón	3-7	2-3	1-2	400-1500

1.11.7. Las algas

Su uso debe ser en el estado más fresco posible; para acelerar su descomposición, se les puede añadir estiércol u otro abono orgánico rico en nitrógeno.

En comparación con el estiércol, estas algas son más pobres en fósforo y nitrógeno, pero más ricas en potasio, sodio y magnesio, y con gran cantidad de oligoelementos (sobre todo Zn, Fe y Cu).

Favorecen el descenso en la acidez del suelo. Su composición media es:

N.....	0,2 - 0,8 %
P2O5.....	0,05 - 0,2%
K2O.....	1 - 3 %

la dosis utilizada de 30 - 40 Tm/ha.

En el mercado encontramos comercializada el alga calcárea “*Lithothamnium calcareum*” como Lithothamne, o Algomin (en Alemania) que tiene como efectos al aportarla a la parcela: mejora la aireación de la tierra, aumenta la actividad bacteriana, mejora la retención del agua en el suelo, corrige la acidez (contiene 42 - 47 % CaO y 3 - 8 % MgO) y por tanto incrementa la productividad de la parcela.

1.11.8. Rocas síliceas

Estas rocas en polvo (granito, basalto, gneis) poseen muchas sustancias minerales y oligoelementos; poco a poco, a través de la actividad de los microorganismos de la tierra, la planta obtiene de ellos sustancias para su desarrollo; así, un alto contenido en sílice fortalece a las plantas, otorga solidez a los tallos.

Su espolvoreo sobre las plantas incrementa la resistencia de éstas contra hongos y otros parásitos, ayudando a aumentar igualmente, el aroma de frutas y verduras.

En “compost” se utilizarán de 5 - 7 kg de rocas en polvo/100 kg. “compost”; en frutales: 10 -15 kg./100 m²; para espolvorear: 1 - 2 kg./100 m². En pulverización: 0,3 kg. mezclados en 10 l. de agua removida. En el establo: 0,5 kg/día y cabeza ganado mayor; sobre pastos: 1.000 - 1.200 kg/ha y año; para cereales, raíces y tubérculos: 800 - 1.000 kg/ha y año; para maíz: 1.000 - 1.200 kg./ha y año; en horticultura: 15 kg./100 m².

1.11.9. Fosfatos naturales y calcinados

Los yacimientos naturales se encuentran en Africa del Norte (Sáhara, Marruecos, Túnez), Estados Unidos (Florida), C.E.I. (Kola), Africa Central (Senegal, Togo), etc. Con la excepción de los fosfatos aluminos-cálcicos de Thiés (Senegal), son fosfatos tricálcicos sedimentarios o, en particular, cristalizados (Kola), con cierta proporción de fluoruro cálcico.

La riqueza de los mismos es del orden del 65 al 77 % de fosfato tricálcico, que equivale a un 30 - 33 % de P_2O_5 y 48- 52 % de CaO .

Los fosfatos calcinados son los fosfatos naturales molidos que han sufrido un tratamiento térmico.

1.11.10. Escorias Thomas

Tienen un contenido en P_2O_5 del 15-17 %; y su disponibilidad depende de la actividad siderúrgica y del origen de los minerales de hierro utilizados.

1.11.11. Sulfatos y cloruros de potasio

- Sulfato de potasa: 50 % K_2O y 18 % de azufre.
- Patentkali: 28 % K_2O , 8 % de magnesita y 18 % de azufre
- Cloruro potásico: 60 % K_2O .

1.11.12. Sulfatos y carbonatos de magnesio

- Nitrato de cal y de magnesio: 8 % MgO .
- Patentkali: 8-10 % MgO .
- Escorias Thomas: 2-4 % MgO
- Caliza dolomítica: 18-20 % MgO .
- Caliza magnésica: 14-18 MgO .

1.11.13. Carbonatos y sulfatos de calcio

-Calizas trituradas (48 % en $CO_3 Ca$), margas (33 % en $CO_3 Ca$), dolomitas, Lithothamne, etc.: con más del 3 % en CaO .

1.11.14. Oligoelementos en forma de sales

Aportados con la utilización de cualquiera de los materiales anteriormente señalados.

1.11.15. Cenizas de madera

Aporta macro y micronutrientes al suelo en cantidades variables. Con: 10-30 % K₂O.

1.12. Geobiología y agricultura

La Geobiología relaciona las energías cósmicas, las corrientes telúricas, los fenómenos electromagnéticos o puramente eléctricos y su influencia en los seres vivos.

En todos los seres, tanto animados como inanimados, se produce un intercambio energético, todo posee una doble polaridad, un polo positivo y otro negativo. En plantas y árboles, las raíces son la toma de tierra y sus puntas están derivando constantemente los excesos energéticos.

Las técnicas de la Geobiología permiten establecer si un terreno es permeable o impermeable a las radiaciones cósmicas, si es conductor o si posee un efecto piezoeléctrico (algunos terrenos cuarcíferos o graníticos). Las plantas se ven afectadas en su crecimiento y salud por las fuertes corrientes telúricas, fallas geológicas o venas de aguas subterráneas.

Las coníferas parecen resentirse menos que los árboles frutales. Los ficus (higuera, etc) gustan de veneros de agua, al contrario del melocotonero, peral, cerezo, etc.

Entre las hortalizas las más sensibles son: maíz, ajo, cebolla o habas.

Una práctica empleada en Europa es el denominado "Electrocultivo" que consiste en la distribución regular en la parcela de varillas de 1.20 a 1.50 m. de largo y de 5-16 mm. de grosor, a las cuales se habrá soldado en la base un emparrillado o toma de tierra y en la parte superior una serie de hilos de cobre de 2 a 5 mm. formando una antena. Parece ser que esta técnica favorece la vitalidad de la planta, ausencia de parásitos, generación de nitrógeno asimilable, etc.

Otras técnicas consideradas es el de las Ondas de Forma para germinación de semillas con maquetas de pirámides a escala; el Oscilador La Khowsky para colocar en tronco de árboles con problemas de clorosis, vitalidad, etc.