

# LA FERTILIZACION EN UNA AGRICULTURA ALTERNATIVA



**JOSE LUIS FUENTES YAGÜE**

Ingeniero Agrónomo  
IRYDA. Corazón de María, 8  
28002 Madrid



---

## LA FERTILIZACION EN UNA AGRICULTURA ALTERNATIVA

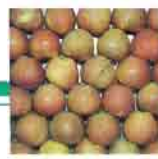
### PROBLEMAS DERIVADOS DE LA AGRICULTURA ACTUAL

En la agricultura que se practica en los países desarrollados predominan dos tendencias:

- Especialización de los cultivos, con disminución del número de especies cultivadas.
- Disminución de la explotación mixta agrícola-ganadera, con separación del cultivo vegetal de la cría animal.

La especialización de los cultivos (sobre todo el monocultivo) tiende a simplificar las secuencias del ciclo, en perjuicio de otras prácticas agrícolas, como pueden ser la eliminación de forrajeras plurianuales o la cría de ganado. La obtención de rendimientos elevados se asegura mediante la fertilización programada y la defensa química contra los competidores (malas hierbas, parásitos). Como consecuencia del monocultivo prolifera una flora adventicia más selectiva y mejor preparada para competir con el cultivo; así, por ejemplo, ocurre que en los cereales ha habido durante los últimos años un desarrollo espectacular de malas hierbas monocotiledóneas (*Lolium*, *Avena*, *Phalaris*), con unas exigencias semejantes a las de la planta cultivada.

La disponibilidad de mayor potencia mecánica predispone a un laboreo más intenso, a veces abusivo, con lo cual se perjudica la estructura del suelo y aumenta la velocidad de oxidación de la materia orgánica, facilitando la pérdida de elementos nutritivos. En el cultivo de terrenos en pendiente no se tienen en cuenta las



curvas de nivel, sino que se adopta una disposición de filas o hileras que facilitan el trabajo de las máquinas, pero favorecen la erosión.

La separación del cultivo vegetal de la cría animal rompe la interdependencia entre ambos sectores biológicos, al cesar en la finca la circulación de la materia en forma de forrajes y deyecciones. La concentración del ganado en explotaciones sin tierra crea en muchos casos problemas con las deyecciones, constituyendo una carga que hay que eliminar, en vez de un recurso que hay que utilizar. La eliminación de estas deyecciones supone unos costes añadidos, ocasionando con mucha frecuencia una contaminación más o menos grave. Por otro lado, al no reciclar los elementos nutritivos contenidos en ellas, es preciso incrementar la dosis de abonos minerales, aparte de perderse la acción beneficiosa de la materia orgánica en el suelo.

La agricultura actual responde a un modelo productivista y simplista. Se exige a los cultivos la máxima producción, sobrepasando a veces las posibilidades biológicas, lo que origina unas plantas débiles y de poca calidad alimenticia. En la selección

Fig. 1.-El laboreo excesivo, sobre todo con maquinaria pesada, perjudica la estructura del suelo y acelera la oxidación de la materia orgánica.



---

genética ha predominado casi exclusivamente esta característica de máxima producción, descuidando frecuentemente otras tan importantes como calidad, rusticidad o resistencia a parásitos y condiciones adversas.

La técnica agronómica y la práctica agrícola actuales son simplistas, inspiradas en los métodos industriales de producción en serie, sin tener en cuenta los procesos naturales a que están sometidos los organismos vivos. Se aportan cantidades excesivas de elementos nutritivos solubles (especialmente nitrógeno, fósforo y potasio) y se da muy poca importancia a la materia orgánica del suelo, necesaria para procesos biológicos y microbiológicos esenciales. El uso cada vez más intensivo de productos fitosanitarios tiene por finalidad eliminar los competidores de los cultivos, en vez de controlarlos, con lo que se desquicia el equilibrio ecológico.

Las consecuencias más graves de esta agricultura industrializada son una pérdida de calidad de los productos y una contamina-



Fig. 2.—La cría de ganado en la explotación agrícola permite la circulación de la materia, en forma de forrajes y deyecciones, dentro de la propia explotación. (En la fotografía, el ganado ovino aprovecha las hojas y cuellos de remolacha azucarera).



ción del medio. El exceso de elementos nutritivos solubles en el suelo provoca un desequilibrio en su absorción por la planta, que se traduce en una falta de calidad del producto obtenido. La falta de materia orgánica degrada la estructura del suelo y predispone a la erosión. El abonado excesivo y desequilibrado da lugar a la lixiviación de algunos elementos, que pasan a contaminar las aguas subterráneas. El empleo intensivo de productos fitosanitarios determina la presencia de productos tóxicos en el suelo, el agua y los alimentos.

## **HACIA UNA AGRICULTURA ALTERNATIVA**

En la agricultura tradicional que se ha practicado en España hasta hace unos cuarenta años, una buena parte de las extracciones de las cosechas se restituía al suelo en forma de residuos, estiércol, etc. En la agricultura convencional actual que se practica en los países desarrollados se hacen pocas restituciones, debido a que la biomasa producida se consume preferentemente fuera de los ecosistemas naturales, se desaprovechan muchos residuos agrícolas (estiércoles y purines) y apenas se utilizan los residuos urbanos e industriales. Todo ello acarrea una disminución de la fertilidad del suelo, debido a un escaso nivel de humus y la consiguiente mineralización del suelo.

Esta agricultura convencional –basada fundamentalmente en el cultivo de especies mejoradas, empleo abusivo de fertilizantes y productos fitosanitarios y un elevado consumo de energía– está siendo cuestionada, debido a la producción de excedentes y al impacto negativo que ejerce con frecuencia sobre el medio ambiente. Por dichos motivos en estos países se propugna un modelo de agricultura alternativa, que propone una rentabilidad económica en armonía con el medio natural. Esta agricultura alternativa requiere una excelente preparación técnica y profesional, para aplicar las opciones más adecuadas y lograr un mínimo de costes y de agresividad medioambiental.

Un planteamiento de fertilización racional en una agricultura alternativa se propondría conservar o aumentar la fertilidad del

---

suelo asegurando un buen nivel de humus. Los abonos minerales pueden y deben jugar un papel importante en la fertilización. Representan uno de los descubrimientos más importantes de la química, que han permitido, junto a otros factores (selección de variedades, lucha contra los competidores de los cultivos, mecanización), asegurar la alimentación de una parte importante de la humanidad. Aplicados de forma racional mantienen la fertilidad del suelo y elevan el rendimiento de las cosechas. Otra cosa distinta son los inconvenientes derivados de su mal uso y abuso, que no pueden esgrimirse como argumentos para proscribir su empleo. No se puede renunciar a ellos en el momento actual de una forma generalizada, ya que supondría reducir drásticamente la disponibilidad de alimentos a corto plazo en los países desarrollados y en vías de desarrollo.

La fertilización se diferencia del forzado en que éste persigue solamente el aumento de la productividad, y para ello actúa únicamente sobre las plantas, sin tener en cuenta el suelo y su biología. En la fertilización hay que considerar a su vez las actua-



Fig. 3.—El laboreo del suelo, siguiendo las curvas de nivel, evita las pérdidas ocasionadas por la erosión.



ciones sobre el suelo y sobre las plantas. Estas actuaciones dependen de muchas variables muy relacionadas entre sí y, a veces, no bien conocidas, por lo que se hace imprescindible intensificar la investigación en la búsqueda de otras técnicas menos intensivas y menos agresivas, que permitan mantener a medio y largo plazo la disponibilidad de alimentos.

## ACTUACIONES SOBRE EL SUELO

El suelo no es un medio inerte y estable, sino que es el resultado de la acción del clima y de los seres vivos sobre la superficie de la tierra durante un período de tiempo. Es un medio muy complejo, en permanente evolución, que nace, crece y puede morir.

La formación de un suelo se hace bajo la conjunción de dos fracciones claramente diferenciadas: la fracción mineral y la fracción orgánica. Los minerales primitivos procedentes de la roca madre se alteran bajo la acción de agentes físico-químicos (temperatura, agua, ácido carbónico) y biológicos (raíces de las plantas, microorganismos), lo que conduce a la formación de dos tipos de materiales: arcillas y cationes minerales. La fracción orgánica está constituida por materiales de origen animal o vegetal que se acumulan en el suelo, sobre los que actúan infinidad de microorganismos que los descomponen y transforman en otras sustancias: compuestos minerales (agua, dióxido de carbono, nitratos, sulfatos, etc.) y un compuesto orgánico muy estable, el humus, que posteriormente se transforma con lentitud en compuestos minerales.

Las partículas de arcilla y de humus, electronegativas, se unen entre sí por intermedio de cationes minerales positivos (calcio, magnesio, hierro, aluminio), formando el *complejo arcilloso-húmico*, que debido a su fuerte estabilidad y a su estructura en agregados resiste la acción erosiva del agua. Si no fuera por este puente de unión que forman los cationes, las partículas de arcilla y de humus serían arrastradas por el agua, sin posibilidad de formar el suelo.

El suelo alcanza su madurez cuando los diferentes factores que intervienen en su formación (roca originaria, clima, organismos

---

vivos, topografía y tiempo) crean un tipo de perfil equilibrado y adaptado a esos factores. El agricultor debe conservar este equilibrio o ayudar al suelo en su formación o en su restauración hasta convertirlo en un suelo maduro.

## **ACTUACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS**

La modificación de la textura para corregir las deficiencias de los suelos excesivamente arenosos o arcillosos se hace con aportación de arcilla y arena, respectivamente; pero esta práctica cae fuera de las posibilidades económicas del agricultor, salvo casos muy concretos de cultivo intensivo.

Algunos factores naturales, tales como el hielo y la alternancia de lluvia y sequía, que dan lugar a dilataciones y encogimientos de las arcillas, modifican ventajosamente la estructura del suelo. Esta acción de los factores naturales puede ser estimulada por el agricultor mediante el laboreo, que no debe perturbar la actividad biológica del suelo. En un suelo con escasa actividad biológica



Fig. 4.-Las aportaciones de estiércol favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.





ca, además de ser difícil el laboreo, la estructura creada por las labores desaparece rápidamente con la lluvia y la compactación producida por la maquinaria pesada. En cambio, un suelo con buena actividad biológica permanece mullido y mantiene su buena estructura con un laboreo reducido.

Se evitará en lo posible voltear el suelo para que no se altere el orden natural de los horizontes. Las labores se efectuarán con aperos adecuados y en los momentos precisos (evitarlas cuando el suelo está muy húmedo), ya que de otra forma se pueden causar más perjuicios que beneficios. En cualquier caso se evitará el uso de máquinas pesadas, ya que la compactación producida tiene efectos negativos sobre la actividad biológica del suelo.

El exceso de labores es perjudicial, ya que provoca la disgregación de la estructura y reduce el tamaño de los poros. Al disgregarse la capa superficial, ésta queda expuesta al impacto directo de las gotas de lluvia, que aumentan dicha disgregación. Una parte importante del material disgregado penetra con el agua dentro del suelo y obstruye muchos poros, con lo cual disminuye la permeabilidad al aire y el agua.

Algunas prácticas agrícolas mejoran la estructura del suelo, como ocurre, por ejemplo, con la rotación de gramíneas y leguminosas y con la incorporación de materia orgánica. Los principales efectos de ésta sobre las propiedades físicas son los siguientes:

- Mejora la estructura del suelo incrementando la agregación de las partículas del mismo, con lo cual los suelos sueltos se hacen más compactos y los suelos fuertes se hacen más esponjosos.
- Aumenta la capacidad de absorción y retención del agua.
- Aumenta la absorción del calor solar (debido al color oscuro de las sustancias húmicas), lo que produce un incremento de la temperatura del suelo.
- Aumenta la resistencia del suelo contra la erosión, ya que los agregados formados en la superficie impiden el arrastre de partículas finas. A su vez, el suelo queda protegido contra el impacto de las gotas de lluvia, que de esta forma provocan

---

poca liberación de partículas finas, que posteriormente pudieran ser arrastradas.

## ACTUACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES QUIMICAS

Los elementos nutritivos se encuentran en la solución del suelo disociados en iones, y bajo esta forma son mayoritariamente absorbidos por las plantas. El complejo arcilloso-húmico, que tiene carga negativa, atrae y retiene a los iones de carga positiva (cationes) contenidos en la solución el suelo, proceso que recibe el nombre de adsorción. Estos cationes adsorbidos no lo están de una forma definitiva, sino que pueden intercambiarse con otros cationes de la misma o de distinta clase contenidos en la solución del suelo.

Se llama *capacidad de intercambio catiónico* a la cantidad máxima de cationes que puede adsorber un determinado suelo. La absorción de la mayoría de elementos nutritivos por las plantas depende de esa capacidad de intercambio, que varía con la proporción de humus y arcilla contenidos en el suelo. De ahí la gran importancia que tiene el humus en la fertilidad de los suelos.

La capacidad de intercambio catiónico juega también un papel importante en la pérdida de elementos nutritivos por lixiviación. En suelos con poca capacidad de intercambio (arenosos o con poco humus) puede haber un arrastre importante con el agua de drenaje.

Con respecto a su influencia sobre las propiedades químicas, la materia orgánica aumenta la fertilidad de los suelos por los siguientes motivos:

- Aporta elementos nutritivos a medida que se mineraliza. La mineralización lenta del humus permite el aprovechamiento del nitrógeno por la planta, ya que de otra forma se perdería, en parte, arrastrado por el agua de lluvia.
- El humus junto con la arcilla forma el complejo arcilloso-húmico, que regula la nutrición de la planta.
- Moviliza los elementos nutritivos bloqueados, como consecuencia de un abonado mineral poco racional, lo cual repre-



senta un aprovechamiento de recursos ya existentes en el suelo.

- Regula la salinidad, ya que muchos iones salinos quedan adsorbidos en la superficie del complejo arcilloso-húmico.
- Algunas sustancias húmicas estimulan el desarrollo radical y con ello se hace más efectiva la absorción de nutrientes.
- Aminora los efectos negativos de los agentes tóxicos, tales como pesticidas y metales pesados.

Los suelos ideales para el cultivo son aquellos en donde el pH se mantiene a nivel de la neutralidad o cercano a ella, aunque la mayoría de los cultivos vegetan entre límites bastante amplios. El pH ejerce también un efecto indirecto sobre el cultivo, ya que condiciona la asimilación de los elementos nutritivos y el desarrollo de los microorganismos.

En suelos poco ácidos, aireados y con gran actividad biológica, se forma con facilidad el complejo arcilloso-húmico, responsable de la mayor parte de la actividad físico-química del suelo. En suelos ácidos, poco aireados y con poca actividad biológica, la lenta degradación de la materia orgánica y la mala calidad de las arcillas conlleva a la formación de unos complejos órgano-minerales más o menos solubles y móviles, que emigran a lo largo del perfil del suelo.

## **ACTUACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA**

El suelo es un medio muy favorable para la vida y en él proliferan una gran cantidad de organismos, que por su tamaño se dividen en macroorganismos y microorganismos. Entre los macroorganismos merecen una mención especial los vermes o gusanos de tierra (o más comúnmente, lombrices de tierra), que con su actividad favorecen la fertilidad del suelo. La tierra trabajada por las lombrices contiene mayor cantidad de elementos nutritivos, retiene mejor el agua, resiste más a la erosión y se hace más permeable a las raíces de las plantas.

Entre los microorganismos del suelo destacan: los hongos, los actinomicetos y las bacterias.

---

Los hongos del suelo son aerobios, por lo que necesitan un suelo bien aireado. Están dotados de un sistema enzimático muy activo que les permite degradar compuestos orgánicos muy resistentes, tales como la lignina, principal fuente de humus. Cuando los cultivos se tratan con fungicidas para combatir hongos parásitos se dificulta el ataque de los hongos del suelo a los residuos procedentes de esos cultivos, que se acumulan en el suelo, dificultando su laboreo y la nascencia del cultivo siguiente.

Los actinomicetos realizan numerosas reacciones bioquímicas, por lo que degradan numerosos compuestos orgánicos. Merced a los antibióticos que segregan preparan un nicho ecológico favorable a los hongos, lo que favorece la formación del humus. Algunas especies fijan el nitrógeno del aire en asociación con algunos árboles y arbustos, tales como el aliso y el espino amarillo.

Las bacterias constituyen el grupo más numeroso, variado y activo de los microorganismos. Su proliferación depende de las condiciones del medio y de la abundancia de alimento. Partici-



Fig. 5.-Crianza de la lombriz roja en «camas» de estiércol para la obtención de humus de lombriz.



pan en una gran diversidad de reacciones bioquímicas, lo que les permite transformar las sustancias del suelo para que puedan ser introducidas en la vida vegetal.

La materia orgánica tiene un efecto muy favorable sobre la biología del suelo:

- Se incrementa la cantidad y diversidad de microorganismos, puesto que proporciona: carbono para la formación de estructuras orgánicas y como fuente de energía, nitrógeno para la síntesis de las proteínas y otros elementos nutritivos esenciales para la vida.
- Aumenta considerablemente la fauna del suelo, sobre todo de lombrices, que tan favorablemente actúan sobre la estructura y aireación del suelo.

La materia orgánica que tiene una proporción equilibrada de carbono y nitrógeno favorece la proliferación de microorganismos encargados de descomponerla.

Cuando la relación carbono/nitrógeno (C/N) es muy alta, la materia orgánica suministra mucha energía en comparación con el nitrógeno. Si esa relación es muy baja, ocurre lo contrario. En cualquiera de ambos casos hay poca proliferación de microorganismos y la materia orgánica se descompone con lentitud.

Cuando la relación C/N está comprendida entre 15 y 20, la descomposición se produce con bastante rapidez. Si esa relación sube por encima de 40-50 o baja alrededor de 10, la descomposición se produce más lentamente.

El carbono de la materia orgánica se transforma en calor, agua y dióxido de carbono, mientras que el nitrógeno pasa a formar parte de los microorganismos o queda en el suelo. Cuando mueren estos microorganismos y se descomponen, su nitrógeno pasa al humus y al suelo, que queda enriquecido en dicho elemento.

La dinámica de la descomposición de la materia orgánica tiene unas consecuencias prácticas importantes, como las que se citan a continuación:

- Cuando se entierra un cultivo de leguminosas para abonado en verde (relación C/N comprendida entre 15 y 20), la des-



Fig. 6.-Al enterrar en verde un cultivo de leguminosas se incorpora al suelo una cantidad importante de nitrógeno. (En la fotografía, cultivo de altramuz para enterrar en verde).

composición es muy rápida, liberándose cantidades importantes de nitrógeno, que se incorporan al suelo.

- Cuando se aporta estiércol, su descomposición se produce a una velocidad media, incorporándose al suelo una parte del nitrógeno liberado.
- Cuando se entierra un rastrojo de cereales (relación C/N superior a 50), los microorganismos acaparan todo el nitrógeno liberado de la materia orgánica y el contenido en el suelo, por lo que éste queda momentáneamente pobre en dicho elemento. Si se siembra a continuación, sería conveniente hacer un aporte suplementario de nitrógeno, con el fin de que haya suficiente para los microorganismos y para el cultivo.

## **EMPLEO RACIONAL DE LOS ABONOS MINERALES**

Los abonos minerales deben utilizarse junto con aportaciones de materia orgánica, previo los análisis de suelos y plantas para



Fig. 7.-La quema de rastrojos es una práctica injustificable en la mayoría de las ocasiones.

conocer los requerimientos de las plantas en cada momento. Un abonado mineral equilibrado suministrará, además de los tres elementos básicos (nitrógeno, fósforo y potasio), otros elementos en forma asimilable, lo que hace desaparecer los efectos nocivos del empleo exclusivo de aquéllos.

El uso irracional del abono mineral ocasiona un bloqueo de determinados elementos nutritivos (especialmente microelementos) o una exportación de éstos por las cosechas en cantidades superiores a su reposición, lo que da lugar a carencias que determinan estados patológicos de los cultivos, a la vez que éstos resultan más vulnerables a plagas y enfermedades. Estas carencias de los cultivos pasan a los animales (por ejemplo, una leche pobre en vitamina A es la consecuencia de una hierba pobre en caroteno) y en último término al hombre.

Un exceso de sales solubles reduce la actividad biológica del suelo y, por tanto, la humificación. Además, esta situación puede provocar una pérdida de elementos nutritivos arrastrados por el agua y un consumo excesivo de nutrientes por las plantas. Cuando hay un exceso de nutrientes asimilables, las plantas tienden a

---

consumir mayores cantidades que las correspondientes a sus necesidades, quizá en previsión de otras épocas de escasez. Así ocurre, por ejemplo, con el potasio y con el nitrógeno.

La misión fundamental de la fertilización debe ser la corrección de cualquier desequilibrio que se produzca en el suelo con respecto a su contenido en elementos minerales asimilables directamente por las plantas, ya sea debido este desequilibrio al origen del propio suelo, a las extracciones de las cosechas como respuesta al abonado o a otra causa cualquiera. El logro del equilibrio óptimo entre esos elementos permitirá obtener unos productos de alta calidad biológica compatible con altos rendimientos. Un abonado mineral acertado mantiene la fertilidad del suelo y eleva el rendimiento de las cosechas, mientras que un abonado equivocado provoca el desequilibrio del suelo y el deterioro de la calidad de los productos.

Las reservas de un determinado elemento nutritivo contenido en el suelo pueden ser suficientes para cubrir las necesidades de las cosechas durante varios años; pero no se trata de considerar el contenido absoluto de elementos asimilables, sino de su equilibrio. El abonado debe perseguir como fin primordial la consecución de ese equilibrio, cosa que no ocurre con demasiada frecuencia, ya que el agricultor tiene tendencia a emplear dosis excesivas e inútiles de abono. En efecto, se observa que durante los primeros años de aplicación de un determinado elemento escaso en el suelo hay un aumento espectacular del rendimiento, porque se completan las reservas del suelo en ese elemento; pero en años sucesivos se continúa aplicando la misma cantidad, aunque ya no esté justificado.

Cuando se aportan cantidades excesivas de un elemento asimilable se puede crear un desequilibrio que haga desaparecer la casi totalidad de la reserva asimilable de otros elementos antagonistas con el primero; así, por ejemplo:

- Un aporte excesivo de abonos potásicos puede interferir la asimilación del magnesio por las plantas, aparte de provocar un empobrecimiento cada vez más acusado de este elemento, que es arrastrado por el agua de lluvia. Un desequili-





brio del magnesio en la hierba origina en el animal que la pasta una alteración en el metabolismo, de lo que resultan perturbaciones neuromusculares que se traducen en las convulsiones de la tetania de la hierba. También se producen efectos antagónicos del potasio frente al calcio, sodio y boro.

- Un exceso de calcio provoca el bloqueo de otros elementos asimilables, tales como hierro, manganeso, zinc y cobre.
- Un exceso de abonos nitrogenados o fosfóricos puede provocar deficiencias en cobre, lo cual acarrea graves alteraciones en la salud de los animales (esterilidad, fracturas óseas, etc.) y, seguramente, en la del hombre. Por otra parte, la carencia de cobre influye sobre otras cualidades, tales como la buena conservación del producto y la resistencia de la planta a condiciones atmosféricas adversas.
- Un exceso de sodio provoca deficiencias en calcio y magnesio.

El equilibrio mineral del suelo influye sobre el equilibrio mineral de las plantas y, a través de éstas, sobre el equilibrio mineral del hombre y los animales.

## **LOS ABONOS MINERALES Y LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LOS PRODUCTOS**

En la actualidad, la aplicación de abonos minerales tiene como finalidad primordial el aumento del rendimiento de las cosechas para obtener unos productos al más bajo precio posible, sin tener en cuenta su contenido en principios nutritivos. Esto último es lo que determina la calidad biológica de una planta, entendiendo como tal la facultad de esa planta de mantener un metabolismo normal entre las personas y animales que la consumen. Los abonos minerales, al influir sobre los factores que determinan la calidad biológica de las plantas, pueden mejorar o dañar la salud del hombre y de los animales consumidores de esa planta.

La influencia que tiene una aplicación errónea de abonos minerales sobre la salud de los animales (que influye, a su vez, sobre

---

la salud del hombre, como consumidor de productos animales) sí que se tiene en cuenta cuando los productos agrícolas de la finca son destinados a la alimentación de los animales de la propia finca. En este caso, la salud de los animales, por lo que representa en el rendimiento de la explotación, tiene un valor comercial, y el agricultor detecta con rapidez el efecto de un abonado erróneo sobre la salud de sus animales.

En el caso de animales que pastan, la calidad biológica de la hierba tiene mayor importancia comercial que el rendimiento de la misma. La cantidad de hierba producida no es la que determina el beneficio del agricultor, sino la cantidad de leche, carne, etc., que esa hierba es capaz de producir, y ello es consecuencia de su calidad biológica. Por tanto, la calidad biológica de la hierba influye decisivamente sobre la buena salud del animal que pasta, y esa buena salud es un factor económico de producción de leche, carne, etc.

El análisis químico permite determinar el contenido de aquellos factores que influyen en la calidad biológica de un alimento;



Fig. 8.-La calidad biológica de un producto depende, en gran medida, de una fertilización equilibrada.



pero es mejor el ensayo biológico, que permite precisar mucho mejor la influencia del abonado sobre el metabolismo de los animales.

Los ensayos biológicos son complicados y costosos. Sin embargo, el problema se simplifica cuando se trata de animales que pastan, cuyo metabolismo está ligado a la hierba que consumen y, en última instancia, al suelo que produce esa hierba.

Dentro de la calidad biológica hay que diferenciar entre la calidad biológica alimenticia y otras calidades biológicas intermedias, tales como aspecto, gusto, buena conservación, resistencia a condiciones adversas, etc. Cuando los productos agrícolas van destinados a la alimentación del hombre o de otros animales distintos a los de la propia finca, por lo general no se tiene en cuenta la calidad biológica alimenticia, pero se consideran, al menos en algunas ocasiones, algunas calidades biológicas intermedias, dado que éstas sí tienen una finalidad comercial. Un abonado inadecuado también puede influir negativamente sobre las calidades biológicas intermedias.

## **INFLUENCIA DEL ABONADO MINERAL EN LA SALUD DEL HOMBRE**

La salud de los animales de una explotación depende de la calidad biológica de los piensos producidos en esa explotación. En el caso más generalizado de que los animales consuman piensos de varias procedencias parece menos probable, en principio, que se den excesos o carencias de algunos elementos; pero no olvidemos que los métodos de aplicación de los abonos son uniformes en la mayor parte de los países del mundo de técnica avanzada, por lo que los productos obtenidos tienen unas características análogas.

Como consecuencia de los métodos actuales de aplicación de abonos, en Europa se consumen productos vegetales con exceso de algunos elementos (especialmente fósforo y potasio) y defecto de otros (magnesio, calcio, sodio). Estas modificaciones en la composición de los alimentos (tanto de origen vegetal como de origen animal) influyen sobre la salud del hombre. El progreso de

---

ciertas enfermedades, tales como cáncer, caries dental, trastornos endocrinos, cardiopatías, etc., parece que tienen como causa principal una alimentación desequilibrada. Por tanto podríamos decir que la salud del hombre depende, en cierto modo, del suelo, debido a la influencia que éste ejerce sobre la calidad de los alimentos.

Por consiguiente, la orientación que debe prevalecer en la aplicación de los abonos consiste no tanto en dar prioridad al rendimiento, sino a la calidad biológica de los alimentos. Un suelo equilibrado producirá unos alimentos de buena calidad biológica, que contribuyen al mantenimiento de un metabolismo normal en el hombre, lo que coincide con los fines de la medicina preventiva. Los métodos actuales de aplicación de abonos modifican a veces sustancialmente el equilibrio de los elementos nutritivos del suelo, lo que influye en la absorción de esos elementos por la planta y su repercusión en el metabolismo del consumidor de esa planta.

El profesor A. Voisin estaba convencido de que el destino de



Fig. 9.—El uso irracional de productos químicos, más acentuado en cultivos intensivos, repercute en la calidad biológica de los productos.



los pueblos y, en consecuencia, de nuestra civilización depende en gran parte de la capacidad de utilizar bien los abonos minerales.

En tiempos pasados la fertilidad del suelo se mantenía con las restituciones que se hacían al suelo (en forma de estiércol, residuos, excrementos) después de recoger las cosechas. Liebig, uno de los fundadores de la química agrícola, decía que las civilizaciones prosperan y mueren con el suelo, y lo explicaba con un ejemplo admirable: Roma arrojó en sus alcantarillas la fertilidad de Sicilia. En efecto, los navíos que llegaban a Roma con el trigo de Sicilia llevaban consigo los elementos nutritivos del suelo de la isla, y esos elementos se perdían en las alcantarillas de Roma. De esta forma Sicilia, que fue el granero de Roma, se convirtió en una de las islas más pobres del Mediterráneo.

Según el filósofo Spengler, la decadencia de las grandes civilizaciones antiguas se produjo como consecuencia de la concentración de la población en grandes ciudades. En el pasado el agotamiento de muchos suelos se produjo como consecuencia del trasvase de elementos nutritivos del suelo hacia las alcantarillas de



Fig. 10. –La fertilización orgánica se ha de basar, sobre todo, en el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la propia explotación.

---

las grandes urbes, lo que originó enfermedades carenciales en la población y su progresivo debilitamiento. En la civilización actual no ocurre así, ya que los abonos minerales permiten restituir al suelo los elementos nutritivos extraídos por las cosechas.

Los abonos minerales empleados racionalmente, esto es, de modo que mantengan el equilibrio del suelo, se pueden considerar como uno de los logros más importantes de la civilización actual, ya que permiten aumentar la producción sin deterioro de la calidad de los productos obtenidos. Cuando los abonos se utilizan mal –como ocurre con demasiada frecuencia–, en vez de conservar la fertilidad del suelo, contribuyen a acelerar su agotamiento, obteniéndose unos alimentos con una composición química modificada, lo que provoca desarreglos en el metabolismo de los animales domésticos y del hombre.

Según Voisin, las repercusiones de estos cambios de composición de los alimentos sobre la salud de los animales son innegables (esterilidad, tetania de la hierba, etc.). Las repercusiones sobre la salud del hombre, aunque menos conocidas, existen, sin lugar a duda. Parece ser que estos cambios de composición inducen a la modificación del contenido de ciertos factores que desempeñan una acción protectora contra algunas sustancias cancerígenas.

## **RESUMEN**

En los países desarrollados se propugna un modelo de agricultura alternativa que propone una rentabilidad económica en armonía con el medio natural. Un programa de fertilización en este modelo de agricultura abarcaría los siguientes aspectos:

- Tratar de compaginar en la finca agrícola el cultivo vegetal y la cría animal, con el fin de activar el autofuncionamiento del sistema a través de un ciclo más cerrado de la circulación de la materia.
- Proponer rotaciones de cultivo que permitan el mantenimiento de la materia orgánica en el suelo, para lo cual habrá que diversificar el cultivo y dedicar más espacio al cultivo de las leguminosas.



- Mantener el equilibrio dinámico del suelo, actuando sobre las propiedades físicas (mejorar la estabilidad estructural), químicas (estimular la formación del complejo arcilloso-húmico) y biológicas (estimular la acción de los agentes biológicos). Las aportaciones de materia orgánica permiten mantener ese equilibrio.
- Programar un abonado mineral equilibrado, previo análisis de suelos y plantas para conocer los requerimientos de los cultivos en cada momento.
- Evitar cualquier forma de contaminación derivada de las técnicas agrícolas.
- A veces una simple valoración demuestra la irracionalidad de algunas prácticas agrícolas. Si el coste de la intervención es superior al beneficio obtenido con esa intervención no procede intervenir.

## GLOSARIO

**Absorción.** Proceso por el cual un cuerpo retiene entre sus moléculas las de otro.

**Acidez del suelo.** Viene determinada por la cantidad de iones de hidrógeno contenidos en el agua del suelo.

**Adsorción.** Retención temporal de iones o moléculas en la superficie de un sólido.

**Estructura del suelo.** Modo de estar agrupados los distintos constituyentes del mismo.

**Fertilidad.** Capacidad de un suelo para producir una vegetación abundante y de calidad.

**Fertilización.** Conjunto de técnicas que permiten mantener o estimular la fertilidad del suelo.

**Horizontes del suelo.** Capas del suelo.

**Humificación.** Proceso por el cual los residuos orgánicos se transforman en humus.

**Mineralización.** Proceso por el cual los residuos orgánicos se transforman en compuestos minerales solubles.

**Perfil de suelo.** Disposición de las capas del suelo a distintas profundidades.

---

**Solución del suelo.** El agua del suelo junto con los elementos nutritivos disueltos.

**Textura del suelo.** Proporción relativa de arena, limo y arcilla que posee.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

**El suelo, la tierra y los campos.** C. Bourguignon. Ed. SPA.

**Abonos. Guía práctica de la fertilización.** A. Gros, A. Domínguez Vivancos. Ed. Mundi-Prensa.

**El suelo y los fertilizantes.** J. L. Fuentes Yagüe. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-Prensa.

**Leyes científicas en la aplicación de abonos.** A. Voisin. Ed. Tecnos.

**Dinámica de los pastos.** A. Voisin. Ed. Tecnos.

**Lecciones de agricultura biológica.** Ed. Mundi-Prensa.

**Técnicas de cultivo en agricultura ecológica.** A. Guiberteau, J. Labrador. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.



**MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION**

INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO

DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y COOPERACION

Corazón de María, 8 - 28002-Madrid