

# Fertilización del manejo de suelos

.....  
Ing. Agron. Luis Carlos Gómez V.  
Director Técnico Centro Ecológico ASCAM (Rionegro, Ant.)  
.....

## Resumen

Ante la situación de los recursos naturales y el medio ambiente, el mundo reclama sistemas productivos más amigables con la naturaleza. El sector agropecuario no puede ser ajeno a ese llamado.

El suelo no se debe considerar aislado de los demás factores de la producción, por lo que se impone el concepto de manejo integrado de suelos, el cual debe apuntar hacia su recuperación, mejoramiento y conservación dentro de sistemas más limpios de producción.

Uno de los aspectos a considerar dentro del manejo integrado de suelos es la fertilización, pero no con el solo criterio químico y simplista de su relación con la cantidad y calidad de la cosecha, sino integrando o considerando otros aspectos como el ambiental, la heterogeneidad de los suelos, el clima, la relación entre los diferentes elementos, la incidencia de plagas y enfermedades, la relación costo - beneficio, el papel fundamental de los abonos orgánicos y biofertilizantes, entre otros.

## Summary

Considering the present situation of both the natural resources and the environment, the world is demanding for productive systems that are friendlier with nature. Agriculture is not the exception.

The land shouldn't be considered apart from the rest of the elements of production, that is why the concept of an integrated management of the land has been imposed, which should focus on its recovery, improvement and conservation within the lines of cleaner systems of production.

An aspect to consider within the integrated management of the land is fertilization, but not only taking into account the more simplistic and chemical view which just refers to its relationship with the quantity and quality of the crop, but also integrating and considering other aspects such as the environment, the heterogeneous composition of the soil, the climate, the relationships between the different elements, the impact of plagues and sicknesses, the cost - benefit relationship, the fundamental role of the organic fertilizers and biofertilizers, etc.



### Introducción



El sector agropecuario no puede ser ajeno al interés que están mostrando la industria, el comercio y los servicios, para lograr y demostrar un desempeño ambiental sano, controlando el impacto de sus actividades sobre el ambiente.

La producción agropecuaria sostenible exige modelos integrales y sistémicos. En este sentido, se debe buscar el desarrollo de sistemas integrados de manejo de los diferentes recursos que permitan, al mismo tiempo, considerar integralmente la agricultura y la ganadería.

Es necesario cambiar el modelo productivo extractivo, donde no se actúa con criterio conservacionista del suelo y los recursos naturales, ya con diferentes niveles de degradación, por un modelo que considere el manejo integrado de cultivos que corresponda a un aprovechamiento razonable del agua, suelo y recursos biológicos (2), que considere el balance adecuado entre el uso actual de los suelos, su potencial productivo y las potencialidades ambientales para asegurar la sostenibilidad de la empresa y la producción más limpia, la cual mejora la competitividad, ayuda al cumplimiento de la normatividad ambiental, ayuda a mejorar la imagen pública de la empresa, previene conflictos por la utilización de algunas prácticas (1) y abre las puertas en mercados internacionales donde muchos exigen procesos de producción sostenibles. La demanda mundial de bienes y servicios verdes o ecológicos crece a una mayor velocidad que los tradicionales (12).

### Generalidades

Con la idea de que los sistemas productivos deben buscar la recuperación, mejoramiento y conservación de los suelos y teniendo en cuenta que este recurso no se debe mirar ni considerar aislado de

La producción agropecuaria sostenible exige modelos integrales y sistémicos. En este sentido, se debe buscar el desarrollo de sistemas integrados de manejo de los diferentes recursos que permitan, al mismo tiempo, considerar integralmente la agricultura y la ganadería.



los demás factores de la producción, hoy se habla de Manejo Integrado de Suelos - MIS - dentro de la consideración holística de la finca, manejo que debe apuntar a su aspecto físico, químico y biológico.

Una finca está constituida por sus suelos, su flora y fauna, su topografía, sus aguas y su factor humano. El buen o mal manejo que se le dé a cualquiera de sus componentes influirá positiva o negativamente en los demás. La reiterada práctica de una actividad aislada, por buena que sea, termina interfiriendo en la adecuada relación suelo - planta - clima - ambiente - hombre. Es necesario un seguimiento permanente a todas las variables, para planear y administrar el cambio que se requiera, ya que con el tiempo ninguna práctica o proceso por sí solo es totalmente eficiente.

Debe haber un buen balance entre lo que el suelo aporta para el desempeño vegetal y lo que las plantas y animales le devuelven para el reciclaje de nutrientes y para la alimentación de los microorganismos que viven en él. Inicialmente hubo un cierto equilibrio entre sa-

lida y retorno de elementos. Se hablaba, entonces, de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo, carbono, azufre. Hoy escasamente, se puede concebir como flujos hacia afuera y flujos hacia adentro como consecuencia de las alteraciones debidas a los modelos productivos actuales, modelos que tienen altamente degradados el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna.

Aceptando que cualquier actividad que se realice en el suelo de alguna manera lo beneficia o lo perjudica, hay que pensar que cuando se haga una práctica, ésta no afecte, o lo altere lo menos posible, por el contrario, hay que tratar de mejorarlo y conservarlo. Nada sucede aisladamente en la naturaleza, todo trabajo, toda acción está ligada a algo, repercute en algo.

## Manejo Integrado de Suelos - MIS -

Toda obra que programemos debe apuntar hacia la recuperación, mejoramiento y conservación del suelo. Desde la **preparación** misma del terreno se debe propiciar o favorecer lo menos posible la erosión y su alteración física o biológica, no exceder el laboreo, seleccionar el modelo de labranza (localizada, en franjas, siembra directa, reducida, entre otras), según la topografía, el cultivo, la precipitación. No introducir equipos en regiones donde es más el riesgo humano y el daño que se hace. Por el contrario, se debe seleccionar el sistema de preparación del suelo acorde con las **prácticas de conservación** necesarias o programadas como curvas de nivel, siembra en franjas, terrazas, terracetas, barreras vivas, siembras múltiples, coberturas, acequias de ladera, trinchos, cerchas, entre otras.

En la aplicación de **correctivos** como el carbonato de calcio, carbonato de calcio y magnesio, sulfato de calcio, sólo se ha considerado el pH del suelo y el contenido de aluminio, desconociendo su relación con otros elementos, el carácter de nutriente para las plantas y para los microorganismos y su comportamiento en el suelo. Estos beneficios se pueden perder si se aplican muy localizados, cerca a la semilla inicialmente, pero lejos de las raíces cuando crecen, dada la inmovilidad del calcio en el suelo.





Fotografía de Luis Carlos Gómez V.

La aplicación localizada de cal no es una buena práctica, el calcio es un elemento que debe estar en la zona de crecimiento de la raíz, es muy poco móvil.

El fin del programa de **abonamiento** debe ser mantener o aumentar la fertilidad potencial de la tierra y su actividad biológica y no desarrollarlo con el criterio con que se abona hoy: Para reponer algunos de los elementos químicos que supuestamente extrae o remueve el cultivo por unidad de área.

En los sistemas de siembra se debe evitar el monocultivo. La especialización trae ventajas pero también muchas desventajas, como la proliferación de plagas y enfermedades, los riesgos económicos al depender de un solo recurso, la repetición de determinadas prácticas que afectan el suelo y el

medio ambiente y la reducción de la biodiversidad.

Por clima y suelo es factible cultivar más de una especie en el mismo sitio. Se deben practicar las siembras múltiples, aprovechando cualquier cultivo, pastos o árboles. Un potrero con Raygrass, Kikuyo y leguminosas se maneja más fácil y económico en el aspecto de plagas y abonamiento que con Raygrass solamente. Si además de esto se maneja bajo el sistema silvopastoril, se propicia la presencia de avifauna que se integra en el control de las plagas, se reduce la aplicación de nitrógeno si los árboles

seleccionados son fijadores de nitrógeno como las leguminosas y el aliso. El 93% de los suelos de América tropical son deficientes en nitrógeno y los pastos sufren particularmente de esta deficiencia a pesar de tener la atmósfera 79% de este elemento. Un sistema silvopastoril también aporta madera, leña, tutores para otros cultivos, se sufre menos por forraje en verano, mejora el paisaje, proporciona sombra a los animales, etc. Existen experiencias muy valiosas, como la ceba de novillos cruzados en una siembra de Pino Pátula, entre los 2 y los 8 años del bosque, con 1.100 árboles por hectárea con pasto Kikuyo, donde con dos cabezas por hectárea se tiene una ganancia mensual de 30kg de carne.

La **cobertura** vegetal es la práctica de conservación de suelos que da una mayor eficiencia en la protección del suelo contra la erosión (14). Esto nos indica que se debe tener mucho cuidado con los pastoreos de los potreros, con los cultivos limpios o poco densos y con las desyerbas.

Todo lo anterior se complementa programando y practicando una adecuada **rotación** de cultivos para un buen



Los sistemas silvopastoriles permiten hacer un mejor uso horizontal y vertical del espacio, se hacen siembras multipropósito en multiestratos.

balance del sistema suelo-planta y un **manejo integrado de plagas y enfermedades** que conduzca a una afectación mínima del suelo y el ambiente.

Si el cultivo o cultivos exigen semilleros y eras o camas **desinfectadas**, se debe acudir a un sistema limpio, natural como la solarización, que a pesar de ser más lenta para lograr el objetivo, no afecta el suelo ni el medio ambiente.

Vemos cómo no se puede desligar ninguna práctica de otra, para recuperar, mejorar y conservar los suelos. Se impone una consideración integrada del mismo.

## Fertilización Integrada

La fertilización solamente se ha considerado en su aspecto químico y se ha manejado con el criterio simplista de su relación con la cantidad y calidad de las cosechas, sin tener en

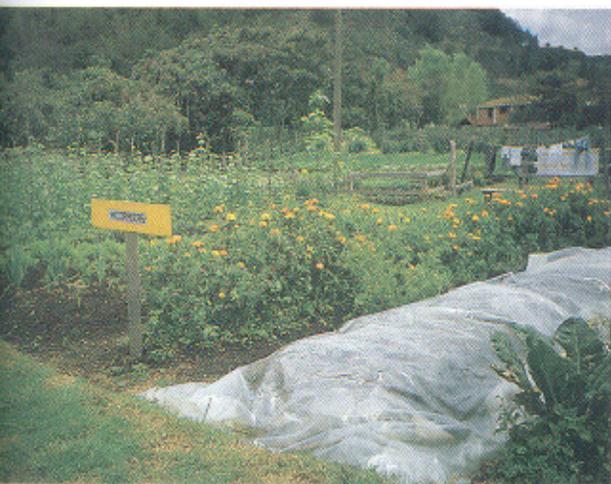
cuenta las implicaciones en el suelo, el ambiente, la incidencia de plagas y enfermedades, el papel fundamental de los abonos orgánicos y algunos aspectos que intervienen en su efectividad.

Recordemos que un abono es el producto que se incorpora al suelo para incrementar la fertilidad o más exactamente aquellas sustancias que, por contener uno o más elementos necesarios, responden al objeto de la fertilización. Pero el concepto de fertilidad no se puede quedar en la perspectiva físico-química que siempre ha subvalorado el papel fundamental de los macro y microorganismos del suelo en la transformación, flujo y disponibilidad de los nutrientes. La idea de un suelo vivo que se abre paso hoy en día supone, en cambio, que la fertilidad y la sostenibilidad de este recurso dependen en grado importante de la diversidad biológica que albergue (5).



En la fertilización, por lo tanto, hay que integrar otros conceptos como el de los **biofertilizantes**, entendidos como aquellos productos biológicos constituidos por microorganismos y/o sus metabolitos (enzimas, probióticos) que participan en el suelo aportando o solubilizando elementos químicos, para hacerlos fácilmente asimilables por las plantas (6). Hacen parte de este concepto los microorganismos fijadores y mineralizadores de nitrógeno, los hongos micorrizógenos, los microorganismos mineralizadores de materia orgánica, bacterias fosfato solubilizadoras, bacterias reductoras de azufre, entre otros.

Hay que considerar igualmente:



Fotografía de Luis Carlos Gómez V.

La multiplicación en la finca de las micorrizas u hongos micorrizógenos, facilita y economiza costos de aplicación.

- a) La disponibilidad, calidad y cantidad de agua para los cultivos y los riesgos de afectarla por las prácticas de abonamiento para evitarlo o minimizarlo.
- b) La **heterogeneidad** del suelo en fertilidad, contenido de materia orgánica, pH, humedad, ya que somos muy dados a generalizar

en grados, frecuencias de aplicación y cantidades de fertilizantes.

- c) El **clima**, puesto que la temperatura, los vientos, la humedad relativa, las lluvias, la luminosidad, son factores relacionados entre sí, y con la pérdida de algunos elementos, con la respuesta al abonamiento y por consiguiente, con el desempeño vegetal.
- d) También hay que tener en cuenta los **abonos orgánicos** como los estiércoles, el compost, el lombricompost, el humus, el efluente de biodigestor, los abonos verdes, para cumplir realmente con el propósito del abonado.
- e) No se puede pasar por alto el **comportamiento** de los diferentes elementos nutritivos, la **relación** entre ellos, su **disponibilidad** en el suelo, la **fuentes** a utilizar, el **costo** o la **relación costo - beneficio** y el **impacto ambiental**.

Es un hecho, por ejemplo, que la humanidad ha requerido del nitrógeno y lo seguirá necesitando. Las alternativas a su alcance son la opción química y la biótica, ésta consiste en la fijación biológica por microorganismos y la orgánica que se refiere al adecuado uso de subproductos agrícolas o industriales biodegradables (9).

La adición de nitrógeno afecta directa e indirectamente la microbiología del suelo. Es poca la atención que se le ha dado a este fenómeno y al de las pérdidas que llegan hasta el 70% del nitrógeno aplicado al suelo, por su uso ineficiente lo que implica un impacto ambiental cada vez mayor. El interés se ha centrado en la respuesta por los cultivos (9).



Las plantas toman el nitrógeno en forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ) y amoniacal ( $\text{NH}_4$ ), independientemente de la forma como se aplique o se encuentre en el suelo.

La opción biótica y orgánica rinde beneficios importantes en países que la usan. En los países orientales, que milenariamente cultivan el arroz, los consumos de nitrógeno son mínimos ya que asocian el cultivo con la plantita acuática Azolla que se une con el microorganismo Anabaena y fijan nitrógeno del aire. En Brasil han encontrado que la bacteria *Burkholderia brasilense* ha fijado hasta el 30% de las necesidades de nitrógeno en arroz (9).

Inoculando semillas de sorgo, maíz, trigo y varias gramíneas forrajeras con las bacterias *Azospirillum lipoferum* y *A.*

*Brasilense* se encontró un aumento de rendimiento entre 5 y 30% (8).

La caña puede derivar hasta un 80% de su nitrógeno del aire mediante asociaciones con bacterias. En el Ingenio Vegachí se encontraron aumentos de rendimiento en caña entre un 10.5 y 19.9% en comparación con el testigo, inoculando la micorriza Manihotina (16).

En el Cuadro No 1 observamos el efecto de la bacteria *Azotobacter* en el crecimiento de repollo y cebolla.

En Cuba, inoculando *Azotobacter* en semilleros de tabaco se redujo en 17 días el tiempo para el trasplante, mientras que en tomate obtuvieron rendimientos de 34.3t contra 23.2 en el testigo sin inocular. En caraota

inoculado con *Rizobium leguminosarum* más 40kg de nitrógeno, se triplicó el rendimiento en comparación con el testigo (7).

*Azotobacter* tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y la producción en cultivos de clavel y pompón en invernadero, sin afectar la calidad de la flor. Dadas las implicaciones económicas y ambientales que tiene la fertilización nitrogenada, la sustitución progresiva por biofertilizantes se plantea como una alternativa actual muy promisoriosa (3).

La bacteria *Azotobacter* puede fijar por hectárea y por año 40kg de nitrógeno, equivalente a 200Kg de sulfato de amonio.

Aunque el fósforo es demandado por las plantas en menor proporción que el nitrógeno y potasio, normalmente se aplican cantidades muy superiores por los problemas relacionados con su comportamiento en el suelo, encontrándose pérdidas por varios fenómenos hasta del 90% del fósforo aplicado. En este problema, los microorganismos que liberan las formas fosfóricas ligadas a la materia orgánica y las bacterias fosfato-solubilizadoras como *Pseudomonas sp*, *Xantomonas sp*,

Cuadro No 1.

Efecto de *Azotobacter chroococcum* en el crecimiento de plántulas de repollo (*Brassica oleracea*) y cebolla (*Allium cepa*, L) (6).

Procedencia del Aislamiento	Repollo Tallo mm	Repollo Raíz mm	Cebolla Tallo mm	Cebolla Raíz mm
Suelos de arroz	30.0	29.5	1.85	9.52
Suelos de trigo	19.1	24.3	1.85	8.47
Suelos de café	25.6	24.0	1.95	7.84
Suelos de tomate	25.1	26.8	2.00	8.26
Suelos de sorgo	13.3	24.9	2.60	7.26
Control agua	5.5	4.2	1.00	4.00



*Bacillus sp.*, *Enterobacter sp.*, juegan un papel fundamental (6).

La materia orgánica mejora la solubilidad de fosfatos insolubles de Ca, Fe y Al (13).

El nitrógeno amoniacal incrementa la absorción de fósforo, mientras que el nitrógeno nítrico la deprime.

Los hongos micorrizógenos mejoran la absorción de fósforo por la planta.

El potasio requiere un adecuado manejo en relación con otros nutrientes como el calcio, magnesio y nitrógeno. Un exceso de potasio interfiere con la absorción de calcio y magnesio, mientras que un exceso de calcio reduce la absorción de magnesio.

Excesos de nitrógeno sobre el potasio afectan algunas funciones fisiológicas.

La fuente de potasio es muy importante en cultivos como el café, solanáceas, tabaco y algunos frutales, que prefieren el sulfato al cloruro.

El potasio se ha relacionado con resistencia a factores ad-

versos como sequía, plagas y enfermedades, en cambio el nitrógeno hace más susceptible la planta a problemas fitosanitarios.

Con diferentes nombres y presentaciones, en el comercio y en algunas universidades, se consiguen microorganismos descomponedores de materia orgánica, microorganismos fijadores de nitrógeno y hongos micorrizógenos, bioinsumos para tener en cuenta si queremos incursionar en la producción sostenible para obtener productos más limpios, mientras se aprende a utilizar y manejar los microorganismos nativos existentes en las regiones donde no se ha abusado de los agroquímicos, del laboreo del suelo y de otras prácticas nocivas para la vida del suelo.

Considerando e integrando progresivamente las diferentes actividades propuestas, se reducen las pérdidas de nutrientes, los costos, la contaminación, se mejora la calidad de la producción, la competitividad y la relación empresa - medio ambiente.

Por ejemplo, en las fincas donde integran la porcicultura

con el manejo de los pastos, la aplicación periódica de caldos microbiales a las porquerizas disminuye paulatinamente los malos olores, mejora y acelera la descomposición de las excretas.

Si además aplicamos los mismos caldos microbiales a los pastos después de los pastoreos, progresivamente se puede disminuir la cantidad de nitrógeno que es, casi, el único elemento al que erróneamente le aplican al cultivo de pastos.

En las renovaciones o rotaciones que se programen para las praderas se debe incluir la inoculación de hongos micorrizógenos y de *Azospirillum*, bacteria que fija nitrógeno con los pastos.

Estas prácticas complementadas con la aplicación de compost sobre todo en aquellos parches o lotes más malos, más erosionados, permiten ir disminuyendo los químicos y obtener una producción cada vez más limpia, acompañada, obviamente, de un manejo ecológico de los problemas fitosanitarios.





Bibliografía

1. CERÓN A. J.M. y Ramírez, D. R. Medio Ambiente. Hacia una producción más limpia en las fincas lecheras. Primera parte. En : Despertar Lechero. No 17 (Ene. 2000); p. 99-108.
2. CID-IDEA. Universidad Nacional de Colombia. Sostenibilidad y Productividad Rural. En : Carta Ganadera. (Mar.1996); p. 8-20.
3. FUNDASES. Biofertilizantes para estimular el crecimiento de las plantas. Alternativa Nutricional en flores ornamentales. En : Agricultura de las Américas. No 290 (Oct.2000); p. 10.
4. GARAY, L.J., Carrizosa, J. y Brigard, C. Sostenibilidad. Misión rural. Documento No 5. Bogotá: 1998. p. 46.
5. GÓMEZ V. L.C. Abonos Orgánicos : En: Despertar Lechero. No. 18 (Ene. 2001); p.92-105.
6. MARTÍNEZ S. M.M. Manejo biológico de suelos. En: SEMINARIO NACIONAL DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE. Cuadernos Académicos Quirama No 17 (julio, 1997); p. 81-90.
7. NOVO Y SORDO, R. Biofertilizantes. En: Curso, papel de la microbiología en algunos procesos de la recuperación de los suelos agrícolas. Rionegro: 1995.
8. OKON, Y. Promoción del Crecimiento vegetal por bacterias colonizadoras de la raíz. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bucaramanga: 1994.
9. OROZCO P, F.H. Biología del Nitrógeno: Conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1999. P.231.
10. RAMÍREZ C. C. Interacciones microorganismos - plantas. En: CURSO SOBRE MICROBIOLOGÍA AGRARIA (1995: Popayán).
11. REICHE, C. y Jürgen, C. Modelos para el Desarrollo de una agricultura sostenible. En: Panorama. Revista D + C No 4 (1996); p. 26-29.
12. Empresas con buen Ambiente. En: Dinero. No 20 (octubre, 2000); p. 58-61.
13. RIVERO de Trinca. Materia orgánica del suelo: En: Revista Facultad de Agronomía. Alcance 57 (1999); p. 73-110.
14. SIMPOSIO INTERNACIONAL MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL. Alternativa para una agricultura sostenible. (1996: Medellín). P. 13-21.
15. TORRES, J.E. Los Microorganismos: Su importancia en el Suelo. En: Productores de Hortalizas (junio, 1995).
16. VÁSQUEZ R., J. A.; MEJIA V., F. J. Ensayo de micorrización en cultivo de caña . Medellín: Ingenio Vegachí, 1997.

