

Cuidar el suelo

GRAIN

*Sabemos más sobre el movimiento
de los cuerpos celestes que del suelo que pisamos*
– Leonardo da Vinci –

Cuida el suelo y todo el resto se cuidará a sí mismo
– Proverbio campesino –

30

Para muchas personas, el suelo es una mezcla de minerales y polvo. En realidad, los suelos son uno de los ecosistemas vivos más asombrosos de la Tierra, donde millones de plantas, hongos, bacterias, insectos y otros organismos vivientes —la mayoría invisibles al ojo humano— están en un cambiante proceso de constante creación, composición y descomposición de materia orgánica y vida.

Los suelos contienen enormes cantidades de carbono, sobre todo en la forma de materia orgánica. A escala mundial, los suelos retienen más del doble del carbono contenido en la vegetación terrestre. El surgimiento de la agricultura industrial en el siglo pasado, por su dependencia de los fertilizantes químicos, provocó un desprecio generalizado por la fertilidad natural del suelo y una pérdida masiva de su materia orgánica. Mucha de la materia orgánica perdida termina en la atmósfera, en forma de dióxido de carbono —el más importante gas con efecto de invernadero.

La forma en que la agricultura industrial ha tratado los suelos, es un factor crucial en la actual crisis climática.

Según nuestros cálculos, si pudiéramos regresarle a los suelos agrícolas del mundo la materia orgánica perdida a causa de la agricultura industrial, podríamos capturar al menos un tercio del exceso de dióxido de carbono que se halla en la atmósfera. Si le incorporamos materia orgánica al suelo durante los próximos 50 años, dos tercios de todo el actual exceso de dióxido de carbono podría ser capturado por los suelos mundiales. Podríamos formar suelos más sanos y productivos y abandonar el uso de fertilizantes químicos que son otro potente productor de gases de cambio climático.

Vía Campesina ha argumentado que la agricultura basada en modos de cultivo de pequeña escala, que utilice métodos agroecológicos de producción y se oriente a los mercados locales, puede enfriar el pla-

meta y alimentar a la población. Esta afirmación es correcta y las razones las hallamos, en gran medida, en el suelo.

Ecosistemas vivos. Los suelos son una delgada capa que cubre más del 90% de la superficie terrestre del planeta Tierra. No son sólo polvo y minerales. Son ecosistemas vivos y dinámicos. Un suelo sano bulle con millones de seres vivos microscópicos y visibles que ejecutan muchas funciones vitales. Es capaz de retener y proporcionar lentamente los nutrientes necesarios para que crezcan las plantas. Puede almacenar agua y liberarla gradualmente en ríos y lagos o en los entornos microscópicos que circundan las raíces de las plantas, de modo que los ríos fluyan y las plantas puedan absorber agua mucho después de que llueve.

Es clave la materia orgánica del suelo —una mezcla de sustancias originadas de la descomposición de materia animal y vegetal; sustancias excretadas por hongos, bacterias, insectos y otros organismos. En la medida que el estiércol, los restos de cosecha y otros organismos muertos se descomponen, liberan nutrientes que pueden ser tomados por las plantas y usados en su crecimiento y desarrollo. Las moléculas de materia orgánica absorben cien veces más agua que el polvo y pueden retener y luego liberar hacia las plantas una proporción similar de nutrientes¹. La materia orgánica contiene también moléculas que mantienen unidas las partículas del suelo protegiéndolo contra la erosión y volviéndolo más poroso y menos compacto. Esto permite al suelo absorber la lluvia y liberarla lentamente a los ríos, lagos y plantas y que crezcan las raíces de las plantas. Conforme crecen las plantas, más restos vegetales llegan o permanecen en el suelo y más materia orgánica se forma, en un ciclo continuo de acumulación. Este proceso ha tenido lugar por millones de años y fue uno de los factores clave en la disminución de CO₂ en la atmósfera millones de años atrás, que hizo posible la emergencia de la vida en la tierra tal como la conocemos.

La materia orgánica se encuentra sobre todo en la capa superior del suelo, que es la más fértil. Es propensa a la erosión y necesita ser protegida por una cubierta vegetal que sea fuente permanente de materia orgánica. La vida vegetal y la fertilidad del suelo son procesos que se propician mutuamente, y la materia orgánica es el puente entre ambos. Pero ésta es también alimento de las bacterias, hongos, pequeños insectos y otros organismos que viven en el suelo y convierten el estiércol y los tejidos muertos en nutrientes y en las increíbles sustancias descritas, que al alimentarse y descomponen la materia orgánica



Foto: Jerónimo Palomares

nica. Ésta debe ser repuesta constantemente si no, desaparece lentamente del suelo. Cuando los microorganismos y otros organismos vivos en el suelo descomponen la materia orgánica, producen energía para ellos mismos y liberan minerales y CO_2 en el proceso. Por cada kilogramo de materia orgánica que es descompuesta, se libera a la atmósfera 1.5 kilogramos de CO_2 .

Los pueblos rurales de todo el mundo tienen un profundo entendimiento de los suelos. Mediante la experiencia han aprendido que el suelo hay que cuidarlo, cultivarlo, alimentarlo y dejarlo descansar. Muchas de las prácticas comunes de la agricultura tradicional reflejan estos saberes. La aplicación de estiércol, residuos de cultivos o *compost* nutre el suelo y renueva la materia orgánica. La práctica de barbecho, en especial el barbecho cubierto, tiene como fin que el suelo descanse, de modo que el proceso de descomposición pueda realizarse en buena forma. La labranza reducida, las terrazas, el *mulch* y otras prácticas de conservación protegen el suelo contra la erosión, de forma que la materia orgánica no sea arrastrada por el agua. A menudo, se deja

intacta la cubierta forestal, se altera lo menos posible o se imita, de forma que los árboles protejan el suelo contra la erosión y provean de materia orgánica adicional. Cuando a lo largo de la historia se han olvidado o se han dejado de lado estas prácticas, se pagó un alto precio por ello.

La agricultura industrial y la pérdida de materia orgánica del suelo.

La industrialización agrícola, que empezó en Europa y Norteamérica y luego fue replicada con la Revolución Verde en otras partes del mundo, partió del supuesto de que la fertilidad del suelo puede mantenerse y mejorarse con el uso de fertilizantes químicos. Se ignoró y menospreció la importancia de contar con materia orgánica del suelo. Décadas de industrializar la agricultura e imponer criterios técnicos industriales en la pequeña agricultura, debilitó los procesos que aseguran que los suelos obtengan nueva materia orgánica y que protegen la materia orgánica almacenada en el suelo de ser arrastrada por el agua o el viento. No se notaron de inmediato los efectos de aplicar fertilizantes químicos y de no renovar la materia orgánica puesto que en los suelos había importantes cantidades de materia orgánica almacenada. Pero al paso del tiempo, conforme se agotaron estos niveles de materia orgánica tales efectos son más visibles —con devastadoras consecuencias en algunas partes del mundo. A nivel mundial, en la era pre-industrial, el equilibrio entre aire y suelo era de una tonelada de carbono en el aire por unas 2 toneladas depositadas en el suelo. La relación actual ha bajado, aproximadamente, a 1.7 toneladas en el suelo por cada tonelada presente en la atmósfera^{2,3}.

La materia orgánica del suelo se mide en porcentaje. Uno% significa que por cada kilogramo de suelo, 10 gramos son materia orgánica. Según la profundidad del suelo, puede equivaler a una relación de entre 20 y 80 toneladas por hectárea. La cantidad de materia orgánica necesaria para asegurar la fertilidad del suelo varía mucho según haya sido su proceso de formación, qué otros componentes posee, las condiciones climáticas locales. En general, un 5% de materia orgánica en el suelo es, en la mayoría de los casos, un mínimo adecuado de suelo saludable, aunque para algunos suelos las mejores condiciones para el cultivo se consiguen cuando el contenido de materia orgánica supera el 30%.

Según una amplia gama de estudios, los suelos agrícolas en Europa y Estados Unidos han perdido, en promedio, de 1 a 2% de materia orgánica en los 20 a 50 centímetros superiores.⁴ Este dato puede ser una subestimación ya que casi siempre el punto de comparación es el nivel de principios del siglo xx,

Captura de carbono mediante la recuperación de la materia orgánica del suelo

co₂ en la atmósfera¹¹	2 billones 867 500 millones de toneladas
Exceso de co₂ en la atmósfera¹²	717 800 millones de toneladas
Superficie agrícola en el mundo¹³	5 mil millones de hectáreas
Superficie cultivada del mundo¹⁴	1 800 millones de hectáreas
Pérdida típica de materia orgánica en suelos cultivados, de acuerdo a informes técnicos	2 puntos porcentuales
Pérdida típica de materia orgánica en praderas y suelos no cultivados de acuerdo a informes técnicos	1 %
Pérdida de materia orgánica de los suelos a nivel mundial.	150 mil millones – 205 mil millones de toneladas
Cantidad de co₂ que sería capturado si se recuperan estas pérdidas	220 mil millones – 330 mil millones de toneladas

Fuente: Cálculos de GRAIN

cuando muchos suelos ya estaban sometidos a procesos de industrialización y por tanto podrían haber perdido, ya entonces, importantes cantidades de materia orgánica. Algunos suelos del Medio Oeste agrícola de Estados Unidos, que en los años cincuenta solían contener un 20% de carbono, en la actualidad, llegan apenas a 1 o 2%.⁵ Estudios de Chile, Argentina⁶, Brasil⁷, Sudáfrica⁸ y España⁹ reportan pérdidas de hasta 10%. Datos proporcionados por investigadores de la Universidad de Colorado indican que la pérdida promedio mundial de materia orgánica en las tierras de cultivo es de 7 puntos porcentuales.¹⁰

El cálculo climático. Supongamos, en una estimación cautelosa, que, en promedio, los suelos a nivel mundial han perdido de 1 a 2% de materia orgánica en los 30 centímetros superiores desde el inicio de la agricultura industrial. Esto podría significar una pérdida de entre 150 mil millones y 205 mil millones de toneladas de materia orgánica. Recuperarle al suelo esta materia orgánica significaría poder capturar entre 220 mil millones y 330 mil millones de toneladas de CO₂ desde el aire. ¡Esto representa, por lo menos, un notable 30% del actual exceso de CO₂ en la atmósfera! El cuadro de arriba resume los

datos.

En otras palabras, la recuperación activa de materia orgánica del suelo podría enfriar efectivamente el planeta y el potencial de enfriamiento podría ser significativamente superior a los cálculos que aquí presentamos, en la medida que muchos suelos podrían recuperar más de 1-2 puntos porcentuales de materia orgánica y beneficiarse de ello.

Devolver materia orgánica al suelo. En los países desarrollados, el proceso de industrialización de los métodos de cultivo que ha destruido la materia orgánica del suelo ha continuado por más de un siglo. Sin embargo, el proceso global de industrialización empezó con la Revolución Verde en la década de los sesenta. La cuestión es, entonces, cuánto tomaría contrarrestar los efectos de, digamos, 50 años de deterioro del suelo. Para recobrar un 1% de la materia orgánica del suelo se requeriría incorporar y retener en el suelo unas 30 toneladas de materia orgánica por hectárea. Pero, en promedio, cerca de dos tercios de la materia orgánica recién añadida al suelo será descompuesta por los organismos del suelo, liberando así los minerales que nutrirán los cultivos. Por tanto, para que 30 toneladas de materia orgánica permanezcan en el suelo, se necesitarían 90 toneladas por hectárea. Esto no puede realizarse rápidamente. Se requiere un proceso gradual.

¿Qué cantidad de materia orgánica podrían incorporar al suelo los agricultores del mundo entero? La respuesta varía mucho según el lugar, el sistema de cultivo y el ecosistema local. Un sistema de producción que se base exclusivamente en cultivos anuales no diversificados puede entregar al suelo entre 0.5 y 10 toneladas de materia orgánica por hectárea al año. Si el sistema de cultivos es diversificado e incorpora praderas y abono verde, esta cifra puede ser fácilmente duplicada o triplicada. Si se incorporan animales, la cantidad de materia orgánica no aumentará necesariamente, pero permitirá que el cultivo de praderas y abonos verdes sea factible y rentable. Si se manejan árboles y plantas silvestres como parte del sistema de cultivo, no sólo aumentará la producción, habrá más materia orgánica disponible. Mientras la materia orgánica aumente en el suelo, la fertilidad mejorará y habrá más materia para incorporar al suelo. Muchos agricultores orgánicos empezaron con menos de 10 toneladas por hectárea al año, pero luego de pocos años, pueden producir y aplicar hasta 30 toneladas de materia orgánica por hectárea al año.

Si se definieran políticas y programas agrícolas que activamente promovieran la incorporación de materia orgánica en el suelo, las metas iniciales podrían



Foto: Jerónimo Palomares

ser bastante modestas pero, poco a poco, podrían definirse otras más ambiciosas. El cuadro 2 ejemplifica el impacto de metas progresivas y factibles de incorporación de materia orgánica al suelo.

El ejemplo es totalmente posible. Hoy, la agricultura de todo el mundo en total produce anualmente por lo menos 2 toneladas de materia orgánica utilizable por hectárea. Los cultivos anuales producen más de una tonelada por hectárea¹⁵ y si se reciclaran los residuos y las aguas residuales urbanas se podría añadir 0.2 toneladas por hectárea.¹⁶ Si la recuperación de materia orgánica del suelo se tornara un factor central de las políticas agrícolas, un promedio de 1.5 toneladas por hectárea podría ser un punto de partida posible y razonable. El nuevo escenario requeriría de enfoques y técnicas como los sistemas diversificados de cultivos, la mejor integración entre cultivos y producción animal, una mayor incorporación de árboles y vegetación silvestre, etcétera. La mayor diversidad aumentaría el potencial de producción y la incorporación de materia orgánica mejoraría progresivamente la fertilidad del suelo

Impacto de la progresiva incorporación de materia orgánica a suelos agrícolas

Periodos	1-10 años	11-20 años	21-30 años	31-40 años	41-50 años
Toneladas de materia orgánica por hectárea incorporadas al año	1.5	3	4	4.5	5
Total de materia orgánica incorporada al fin del periodo. (acumulativo, en millones de toneladas)	75 mil	225 mil	425 mil	650 mil	900 mil
Acumulación promedio de materia orgánica en el suelo, en porcentajes, al final del periodo	0.15	0.50	0.94	1.4	2.0
Total de CO ₂ capturado por año (en millones de toneladas)	3 750	7 500	10 mil	11 250	12 500
Total de CO ₂ capturado durante el periodo (acumulativo, en millones de toneladas)	37 500	112 500	212 500	325 mil	450 mil

Fuente: Cálculos de GRAIN

creando círculos virtuosos de mayor productividad y mayor disponibilidad de materia orgánica a lo largo de los años. La capacidad de retención de agua de los suelos mejoraría y por ende, se reduciría el impacto del exceso de lluvias; las inundaciones y las sequías serían menos frecuentes y menos intensas. La erosión del suelo sería un problema menos frecuente. La acidez y alcalinidad disminuirían progresivamente, reduciendo o eliminando los problemas de toxicidad que han llegado a ser el principal problema en suelos tropicales y áridos. Aumentar la actividad biológica en el suelo protegería las plantas de plagas y enfermedades. Cada uno de estos efectos implica mayor productividad y por tanto mayor materia orgánica disponible para el suelo, posibilitando más materia orgánica a medida que pasen los años. En el proceso, se producirían más alimentos.

Aun metas inicialmente modestas tendrían impactos muy importantes. Si el proceso comenzara con la incorporación anual de 1.5 toneladas durante 10 años, se capturarían 3 750 millones de toneladas de CO₂ anuales: un 9% de todas las emisiones anuales de gases con efecto de invernadero producidas por los humanos.¹⁷

Ocurrirían otros dos mecanismos de reducción de los gases con efecto de invernadero. En los suelos agrícolas mundiales quedarían capturados nutrientes equivalentes a más de todo lo aportado por los fertilizantes químicos¹⁸. Eliminar la producción y uso de fertilizantes químicos tendría el potencial de reducir la emisión de óxidos nitrosos (un 8% de todas las emisiones y que, después de la deforestación es, por mucho, la mayor causa de gases con efecto de invernadero producidos por la agricultura), y el CO₂ emitido por la producción y el transporte de fertilizantes (un 1% de las emisiones mundiales¹⁹). Si los residuos orgánicos urbanos fuesen incorporados a los suelos agrícolas, las emisiones de CO₂ y metano de los rellenos sanitarios y las aguas negras —un 3.6% de las emisiones totales—²⁰, podrían reducirse de manera significativa. Incluso las modestas metas iniciales tendrían la capacidad de reducir las emisiones anuales mundiales por cerca de un 20%.

Esto en los primeros diez años. Si continuamos aumentando gradualmente la materia orgánica al suelo, en 50 años se habrá podido aumentar la materia orgánica del suelo en un 2% a nivel mundial. Este tiempo es similar al que se tomó para destruirla. ¡Y podríamos capturar 450 mil millones de toneladas de CO₂, casi dos tercios del exceso existente hoy en la atmósfera!

Las políticas correctas. Con estos datos, GRAIN no está presentando un plan de acción. Tampoco estamos diciendo que la recuperación de materia orgánica al suelo por sí misma resolverá la crisis climática. Si no ocurren cambios fundamentales en los patrones de producción y consumo a nivel mundial, el cambio climático continuará acelerándose. Lo que presentamos muestra que recuperar la materia orgánica del suelo es posible, factible y beneficiosa para enfriar la Tierra. Es absurdo considerar la materia orgánica como desperdicio o como biomasa para hacer combustible. Recuperar un nivel saludable de materia orgánica en el suelo es un problema que requiere respuestas a nivel político, y son necesarios muchos grandes cambios sociales y económicos.

Devolver la materia orgánica al suelo no será posible si continúan las actuales tendencias a concentrar más la tierra y homogenizar el sistema alimentario. Devolverle al suelo más de 7 mil millones de toneladas de materia orgánica cada año, sólo será posible si lo llevan a cabo millones de campesinos y comunidades agrícolas. Se requieren reformas agrarias radicales. Que los pequeños agricultores —la gran mayoría de los agricultores del mundo— tengan acceso a la tierra necesaria para hacer posible económica y biológicamente las rotaciones de cultivos, los barbechos cubiertos y la formación de pastizales. Hay que dismantelar las actuales políticas anticampesinas, que devoran fincas y comunidades agrícolas, que corren a la gente de sus tierras, que cuentan con leyes que fomentan la monopolización y privatización de la semillas y que con regulaciones y criterios protegen a las corporaciones pero aniquilan los sistemas alimentarios tradicionales. Los ecosistemas locales necesitan ser protegidos. Se requiere promover y apoyar las tecnologías basadas en saberes y culturas locales. Se debe liberar a las semillas de cualquier forma de monopolización y privatización, y se debe promover sus sistemas locales de intercambio y mejoramiento. No deberían imponerse estándares industriales en la agricultura. La producción industrial e hiperconcentrada de animales, que literalmente crea montañas de estiércol y lagunas de orines, enviando millones de toneladas de metano y óxido nitroso al aire, necesita reemplazarse por la crianza de animales descentralizada e integrada a la producción de cultivos. Es necesaria una transformación total del sistema alimentario internacional —una de las causas centrales de la crisis climática. Si esto se logra, cuidar el suelo será crucial. 🌱

Versión completa en www.grain.org



Foto: Jerónimo Palomares

Notas

1. C.C. Mitchell and J.W. Everest. "Soil testing and plant analysis". Dept. Agronomy & Soils, Auburn University. www.clemson.edu/agrvlb/sera6/SERA6-ORGANIC_doc.pdf
2. Y.G. Puzachenko *et al.* "Assessment of the Reserves of Organic Matter in the World's Soils: Methodology and Results". *Eurasian Soil Science*, 2006, vol. 39, núm. 12, pp. 1284–1296. <http://www.springerlink.com/content/87u0214xr8720v45/>
3. Rothamsted Research, uno de los principales centros de investigación de Reino Unido, calcula que en el suelo hay dos a tres veces el carbono que hay en la atmósfera. <http://www.rothamsted.ac.uk/aen/somnet/intro.html>
4. R. Lal and J.M. Kimble "Soil C Sink in us Cropland", www.cnr.berkeley.edu/csrd/.../Soil_C_Sink_in_U.S._Cropland.pdf y P.Bellamy. "UK losses of soil carbon —due to climate change?", ec.europa.eu/environment/soil/pdf/bellamy.pdf
5. Tim LaSalle *et al.*, "Regenerative Organic Farming: a solution to global warming", Rodale Institute, 2008.
6. I. Gasparri, R. Grau, E. Manghi. "Carbon Pools and Emissions from Deforestation in Extra-Tropical Forests of Northern Argentina Between 1900 and 2005", <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=20955915> y J. Galantini. "Materia Orgánica y Nutrientes en Suelos del Sur Bonaerense. Relación con la textura y los sistemas de producción", www.fertilizando.com
7. Carlos C. Cerri. "Emissions due to land use changes in Brazil". ec.europa.eu/environment/soil/pdf/cerri.pdf
8. C. S. Dominy · R. J. Haynes · R. van Antwerpen, "Loss of soil organic matter and related soil properties under long-term sugarcane production on two contrasting soils". *Biol Fertil Soils* (2002) 36:350–356. <http://www.springerlink.com/content/jyn1e6lv8qjm5tpk/>
9. E. Noailles, A. de Veiga. "Pérdida de Fertilidad de un Suelo de Uso Agrícola".
10. K. Paustian, J. Six, E.T. Elliott and H.W. Hunt, "Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils". *Biogeochemistry*, volume 48, number 1, enero 2000. www.springerlink.com/index/MV0287422128426T.pdf
11. Carbon Dioxide Information Analysis Center. http://cdiac.ornl.gov/pns/graphics/c_cycle.htm
12. Cálculos en base a cambios de la concentración de CO₂ en el aire
13. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx#ancor>
14. *Ibidem.*
15. Cálculos de GRAIN con base en la producción mundial de cultivos anuales. De acuerdo a datos de Holm-Nielsen hay por lo menos el doble de residuos vegetales cada año. (www.dgs.de/uploads/media/18_Jens_Bo_Holm-Nielsen_AUE.pdf) y al Oak Ridge National Laboratory del Departamento de Energía de los Estados Unidos (http://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/energy_conv.html). Cifras similares se obtienen utilizando los datos de la Universidad de Michigan en el sitio <http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/energyflow/energyflow.html>
16. Los cálculos están basados en las cifras proporcionadas por WRI. <http://www.wri.org/publication/navigating-the-numbers>
17. Cálculos hechos con datos del *Greenhouse Gas Bulletin* núm. 4. <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/GHGbulletin.html>
18. Cálculos basados en los siguientes contenidos de nutrientes de la materia orgánica y los siguientes niveles de eficiencia de recuperación: Nitrógeno: 1.2-1.8%, 70% eficiencia; Fósforo: 0.5-1.5%, 90% eficiencia; Potasio: 1.0-2.5%, 90% eficiencia
19. *Ibid*, nota 16
20. *Ibid*.

Ver anexo en la página siguiente ►

El creciente problema de los fertilizantes industriales

36

El tremendo aumento mundial de los fertilizantes químicos es un grave factor en la destrucción de la fertilidad del suelo. Su consumo actual es cinco veces mayor que el de 1961¹. La gráfica 1 muestra el aumento del consumo mundial de nitrógeno por hectárea, siete veces más que en la década de 1960².

Gran parte de este nitrógeno extra no es utilizado por las plantas y termina en las aguas subterráneas o en el aire. A más nitrógeno aplicado, menos eficiente resulta como fertilizante. La gráfica 2 muestra la relación entre rendimiento y consumo de fertilizante nitrogenado en maíz, trigo, soya y arroz, cuatro cultivos que cubren casi un tercio de toda la tierra cultivada. En cada uno, el rendimiento por kilogramo de nitrógeno aplicado es un tercio de lo que era en 1961, cuando se empezaron a expandir los fertilizantes químicos mundialmente.

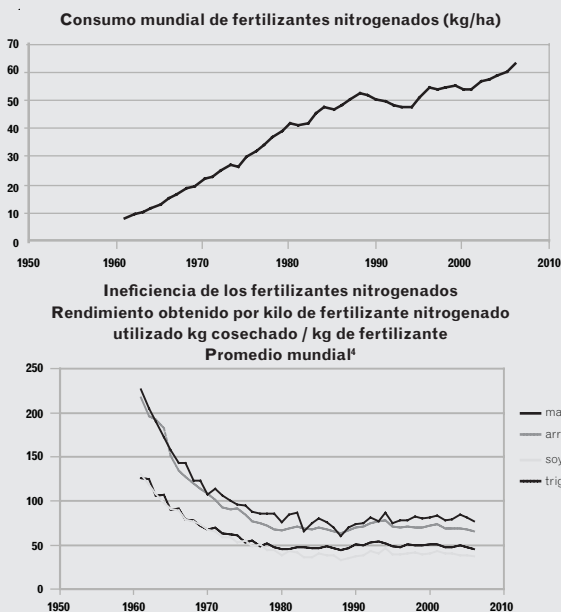
Los fertilizantes industriales son cada vez menos eficaces. Muchos expertos en suelos y muchos agricultores saben hace tiempo que los fertilizantes químicos destruyen la fertilidad del suelo al destruir la materia orgánica. Cuando se aplican fertilizantes químicos, los nutrientes solubles quedan disponibles de inmediato en grandes cantidades y provocan una oleada de actividad y multiplicación microbiana. Ésta, por su parte, acelera la descomposición de materia orgánica y libera CO_2 a la atmósfera. Al escasear los nutrientes de los fertilizantes, la mayoría de los microorganismos muere y en el suelo queda menos materia orgánica. Que ocurra este proceso (acelerado

por la labranza) durante décadas hace que la materia orgánica del suelo finalmente se agote. Lo más grave es que el mismo enfoque tecnológico que promueve los fertilizantes químicos indica que los residuos de cultivos deben retirarse o quemarse y no deben ser integrados al suelo.

A medida que los suelos pierden materia orgánica, se hacen más compactos, absorben menos agua y tienen menor capacidad para retener nutrientes. Las raíces crecen menos, los nutrientes del suelo se pierden más fácilmente y hay menos agua disponible para las plantas. El uso de los nutrientes presentes en los fertilizantes será cada vez más ineficiente, y la única forma de contrarrestar su ineficiencia es aumentando las dosis. Mayores dosis sólo aumentan la ineficiencia y la destrucción de los suelos.

Otro grave problema de los fertilizantes industriales es que las formas de nitrógeno presentes en éstos se transforman rápidamente en el suelo y emiten óxidos nitrosos al aire. Los óxidos nitrosos tienen un efecto de invernadero que es más de doscientas veces más potente que el efecto del CO_2 ³. Son responsables de más del 40% del efecto de invernadero provocado por la agricultura. Los óxidos nitrosos destruyen la capa de ozono.

Por cada kilo de nitrógeno aplicado, en 1961 se obtenían 226 kg de maíz, y sólo 76 kg en 2006. Para el arroz eran 217, hoy son 66 kg. Eran 131 kilos de soya y ahora 36, 126 kg de trigo y hoy sólo 45.⁵



1. <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS>
2. Cifras obtenidas por GRAIN a partir de <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS> y FAO (<http://faostat.fao.org/default.aspx>)
3. Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing", *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EUA, p. 212
4. *Ibid* nota 1.
5. *Ibid* nota 2.