

EL DETERIORO DE LOS SUELOS EN EL ECUADOR Y LA PRODUCCION AGRICOLA

Manuel B. Suquilanda V.¹

INTRODUCCION

El suelo es un recurso natural semi renovable de importancia básica para la vida sobre la tierra; es la fuente de vida de las plantas, los animales y la especie humana. La producción agrícola y por ende la producción pecuaria, dependen de manera indiscutible de la fertilidad del suelo.

La fertilidad del suelo, está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan la capacidad de este para sostener el desarrollo de la vegetación. Aunque depende de muchos factores, la fertilidad está muy asociada al contenido de materia orgánica. La materia orgánica se puede definir como el total de compuestos orgánicos en el suelo con excepción de los tejidos de plantas y animales sin descomponer, sus productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo.

Después de alrededor de cinco décadas de la aplicación de los principios de la revolución verde en la agricultura ecuatoriana, buena parte de los suelos del país, se han visto seriamente deteriorados por el uso de tecnologías inadecuadas a nuestra realidad, ecológica, económica y socio cultural, propiciando bajas sensibles en la productividad de la mayoría de cultivos, severos desbalances en los agroecosistemas y contaminación ambiental, con impactos negativos en la salud de los agricultores y consumidores finales.

Está comprobado que el uso indebido de la mecanización agrícola, y de los agroquímicos, entre ellos herbicidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas, rodenticidas, desinfectantes y los propios fertilizantes químico-sintéticos, ocasionan impactos negativos en el suelo de cultivo, donde el mayor problema es la erosión, con el consiguiente desgaste físico, pérdida de la base nutrimental y húmica, como de la actividad microbiana, comprometiendo su fertilidad y productividad, en detrimento de la seguridad y soberanía agroalimentaria de la sociedad ecuatoriana, de las economías campesinas y de la calidad de vida en el sector rural; agravando por otra parte la dependencia del país a los insumos químico-sintéticos, cuyos precios actuales son prácticamente prohibitivos e inalcanzables para la mayor parte de los agricultores y agricultoras del país.

Frente a la situación referida se hace necesario arbitrar estrategias conducentes a propiciar un manejo racional del suelo, mediante técnicas que promuevan su manejo ecológico, a fin de mejorar la producción y productividad de la actividad agropecuaria, para proveer con calidad y cantidad, alimentos y otros bienes a las demandas locales y mantener la competitividad en los mercados internacionales.

LA DEGRADACION DE LOS SUELOS

La degradación del suelo

Según la FAO – UNESCO, citada por Brissio (2005), la degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios.

¹ Ingeniero Agrónomo, Magíster Scientiae. Director del Instituto Superior de Investigaciones Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Teléfono: 022470317/ Celular: 098042005/. Correo electrónico: m.suquilanda@andinanet.net

Puede considerarse como degradación del suelo a toda modificación que conduzca al deterioro del suelo.

La degradación del suelo es la consecuencia directa de la utilización por el hombre, bien como resultado de actuaciones directas como agrícola, forestal, ganadera, uso de agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc. (Brissio 2005).

Actualmente existe una fuerte tendencia que clama por una utilización racional del suelo. Sus principios se agrupan en lo que se conoce como *Conservación de Suelos*. Las teorías conservacionistas persiguen obtener máximos rendimientos pero con mínima degradación.

El cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana. El suelo produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Y sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes. El suelo es un medio **tridimensional** que cumple una extensa variedad de funciones ecológicas y socioeconómicas. Es un medio complejo formado por una matriz porosa, en la que el aire, el agua y la biota actúan conjuntamente con los flujos de sustancias y líquidos que existen entre estos elementos. Las alteraciones de los procesos edáficos producen cambios en el funcionamiento de los ecosistemas, y muchos problemas medioambientales que cobran visibilidad en otros medios se originan en realidad en el suelo.

La función del suelo es una cuestión transversal, y así debe reconocerse, ya que son muchos los sectores económicos que lo utilizan y participan en su deterioro a distintos niveles. La reducción de la funcionalidad consiguiente del suelo tiene un efecto en el conjunto del medio ambiente.

El suelo es un medio **multifuncional**. No sólo constituye la base del 90% de los alimentos humanos, forraje, fibra y combustible, sino que ofrece también servicios que van más allá de las funciones productivas. El suelo constituye la dimensión espacial del desarrollo de los asentamientos humanos: la construcción de viviendas e infraestructuras, instalaciones recreativas y enclaves para la eliminación de residuos. Proporciona materias primas, incluidos el agua, los minerales y los materiales de construcción. El suelo es una parte esencial del paisaje. Cada suelo desempeña una serie diferente de funciones y presenta un grado distinto de vulnerabilidad a las diversas presiones. En cualquier caso, el suelo es un recurso limitado, y aunque se pueden recuperar algunas de sus funciones, no es un medio totalmente renovable en el lapso de tiempo necesario para su regeneración.

La lucha contra la degradación del suelo servirá para mitigar las emisiones de gases con efecto invernadero, propiciará un medio ambiente de mayor calidad, garantizará más alimentos para una población que no deja de aumentar y contribuirá al progreso económico de las generaciones futuras.

Tipos de degradaciones

Dentro del amplio concepto de degradación se distinguen una serie de degradaciones diferentes.

Degradación de la Fertilidad

Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro. Al degradarse el suelo pierde capacidad de producción y cada vez hay que añadirle más cantidad de abonos para producir siempre cosechas muy inferiores a las que produciría el suelo si no se presentase degradado.

Puede tratarse de una **degradación química**, que se puede deber a varias causas: pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos.

El deterioro del suelo a veces es consecuencia de una **degradación física**, por: pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de retención de agua.

En otras ocasiones se habla de **degradación biológica**, cuando se produce una disminución de la materia orgánica y pérdida de la actividad microbiana.

Degradación por Erosión

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de **erosión hídrica** y para el caso del viento se denomina **erosión eólica**.

El concepto de erosión del suelo también puede referirse a la **erosión antrópica**, que es de desarrollo rápido. Frente a ella está la **erosión natural o geológica**, de evolución muy lenta. (Berissio 2005).

La erosión geológica se ha desarrollado desde siempre en la Tierra, es la responsable del modelado de los continentes y sus efectos se compensan en el suelo, ya que actúan con la suficiente lentitud como para que sus consecuencias sean contrarrestadas por la velocidad de formación del suelo. Así en los suelos de las superficies estables se reproduce el suelo, como mínimo, a la misma velocidad con que se erosiona. Es más, es muy importante destacar que la erosión natural es un fenómeno muy beneficioso para la fertilidad de los suelos.

Efectivamente, como es sabido, todas las propiedades del suelo, y por tanto su profundidad, son consecuencia de una determinada combinación de los factores formadores. En una determinada región aparecerá un suelo cuya profundidad será el resultado de un clima concreto (temperatura y precipitaciones), sometido a la actividad de unos determinados organismos, en un tipo de relieve, que actúan sobre una clase de roca durante un tiempo. Si no actuase la erosión natural esa profundidad de material edafizado se iría alterando progresivamente cada vez más conforme el suelo se fuese volviendo más antiguo y llegaría un momento que todos los minerales originales se habrían transformado totalmente, ya no aportarían ningún nutriente nuevo al suelo y este quedaría constituido por un residuo totalmente infértil, prácticamente toda la Tierra estaría recubierta de una capa inerte, sin posibilidad de soportar vida alguna.

Degradación por Contaminación

La FAO, citada por Berissio (5000), define la contaminación como una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en su comportamiento. Los problemas más importantes del suelo asociados a la contaminación son los siguientes: pérdidas irreversibles debido a la creciente impermeabilización y a la erosión; problemas de estabilidad en las laderas; y acidificación.

En algunas zonas, la degradación es tan grave que ha provocado la reducción de la capacidad del suelo para sustentar comunidades humanas y ecosistemas, acelerando la desertificación.

Consecuencias de la degradación del suelo

La degradación del suelo tiene importantes consecuencias, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Pérdida de elementos nutrimentales (N, P, S, K, Ca, Mg, etc.): de manera directa, bien al ser eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo o bien por erosión a través de las aguas de escorrentía, o de una forma indirecta, por erosión de los materiales que los contienen o que podrían fijarlos.
- Modificación de las propiedades fisico-químicas: acidificación, desbasificación y bloqueo de los oligoelementos que quedan en posición no disponible.
- Deterioro de la estructura. La compactación del suelo produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad, como consecuencia se produce un encostramiento superficial y por tanto aumenta la escorrentía.
- Disminución de la capacidad de circulación y retención de agua por degradación de la estructura o por pérdida de suelo. Esta consecuencia es especialmente importante para los suelos sometidos a escasas precipitaciones anuales.
- Pérdida física de materiales: erosión selectiva (parcial, de los constituyentes más lábiles, como los limos) o masiva (pérdida de la capa superficial del suelo, o en los casos extremos de la totalidad del suelo).
- Incremento de la toxicidad. Al modificarse las propiedades del suelo se produce una liberación de sustancias nocivas.

BREVE ANALISIS DE LA SITUACION DE LOS SUELOS EN EL ECUADOR Y SU PRODUCTIVIDAD AGRICOLA

De acuerdo con la información del III Censo Nacional Agropecuario (2000), el 47 % de la superficie del país, es decir 12'355 831 hectáreas, se dedican a la producción agropecuaria.

El MAGAP (2007), estima que el área agrícola potencial en el país es de 6'333 000 hectáreas, de las cuales el área neta regable es de 3'100 000 hectáreas; con una superficie cultivada de 1'850 000 hectáreas y con una infraestructura de riego de 955 000 hectáreas, lo que significa que apenas está servida con riego el 30.8 % de la área regable estimada. De esta área el 70 % corresponde a riego privado y el 30 % a riego público.

El Ecuador al igual que la mayoría de los países en desarrollo no ha escapado al problema de la degradación de los suelos, estimándose que este constituye el mayor problema ambiental que el país soporta, pues se ha calculado que alrededor del 48 % de la superficie nacional tiene serios problemas de erosión.

Según estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2000), la erosión es uno de los problemas ambientales más importantes que afecta al sector agropecuario, tanto desde su perspectiva ecológica y ambiental como desde la económica y social. En muchos casos la erosión se incrementa debido a las actividades humanas principalmente aquellas relacionadas con la agroproducción (erosión acelerada o antrópica), y los efectos de este proceso generalmente ocasionan la pérdida irreversible de los ecosistemas naturales y de la producción agropecuaria.

En la Tabla 1, se muestra por categoría el estado de la erosión en el Ecuador continental.

Es importante puntualizar, que la primera categoría de intensidad erosiva, cada vez va en aumento debido a los procesos de deforestación y de manejo inadecuado de los suelos, en áreas potencialmente erosionables.

En términos espaciales, la región con más problemas de erosión es la Sierra, donde se encuentran procesos muy acelerados, aunque también la desprotección de la cobertura vegetal de las cuencas hidrográficas de las vertientes pacífica y amazónica ha propiciado en los últimos tiempos severos procesos erosivos, que han contribuido a la degradación de los suelos agrícolas en detrimento de su fertilidad.

Tabla 1. Estado de la erosión por categorías, superficie y porcentajes en el Ecuador continental.

Categorías de intensidad de los procesos erosivos	Superficie/ ha	Porcentajes estimados en relación con la superficie del Ecuador **
Muy activa	339 035	1.30
Activa	808 468	3.10
Activa y potencial	2'008 200	7.70
Potencial	9 690 000	35.80
TOTAL	12' 492 129	47.90

* Fuente MAG (2000). Diagnóstico Ambiental del Sector Agropecuario

** 260 079 km²/ 26'079 600 ha

Se estima que en el país las pérdidas de suelos varían entre 30 y 50 TM/ha /año en áreas de estribaciones con pendientes superiores a 25 %. En zonas con pendientes que varían entre 12 y 25 %, la erosión está comprendida entre 10 y 30 TM/ha/año y en suelos con pendientes menores al 12 % la erosión se sitúa entre < 5 y 10 TM/ha /año.

A la erosión física de los suelos, se suma la pérdida de su base nutrimental (Elementos fertilizantes mayores y menores), acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de elementos químicos (Aluminio, Hierro, Boro, Manganeseo, etc.), como de la base húmica y por ende de la actividad microorgánica, con lo que se configura un cada vez más acelerado deterioro de los suelos dedicados a la producción agropecuaria en el país.

Frente a esta realidad, la actitud del estado, que es el encargado de velar por la defensa de los recursos naturales, ha sido totalmente negligente, pues las tareas de conservación que algún momento se propusieron no tuvieron continuidad y en muchos de los casos fueron abandonadas.

Esta crítica situación, que afecta directamente al sector agropecuario y a la base de recursos naturales agroproductivos, se debe a múltiples causas que producen varios efectos, dentro de los que se pueden citar:

Causas del deterioro de los suelos

- Desprotección de la cobertura vegetal a causa de la tala desmedida de bosques y humedales y la destrucción de los pajonales andinos
- Uso intensivo de la mecanización agrícola (incluyendo utilización de aperos de labranza inadecuados)
- Práctica de las “quemadas”
- Práctica sostenida de monocultivos
- Uso inadecuado del agua de riego
- Uso de tecnologías contaminantes (fertilizantes, plaguicidas y desinfectantes químico-sintéticos)
- Construcción de obras de infraestructura en zonas frágiles
- Bajos niveles de capacitación de técnicos, extensionistas, promotores y agricultores en general en manejo y conservación de suelos.
- Abandono de las prácticas de conservación de suelos
- Planificación nacional sin incorporación de proyectos de uso y manejo adecuado de suelos y control de la erosión.
- Limitada a nula aplicación de las leyes de Desarrollo Agrario, Forestal, de Áreas Naturales y Vida silvestre, de Prevención de la Contaminación y del Reglamento General de Plaguicidas y Productos afines de Uso Agrícola.

Efectos causados por el deterioro de los suelos

- Pérdida irreversible de áreas productivas
- Pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos
- Incremento de la susceptibilidad erosiva y de deterioro de los suelos
- Incremento de los costos de producción
- Pérdida del valor económico de las tierras
- Disminución de los ingresos de los productores
- Incremento de la migración campo-ciudad

Los bajos rendimientos de los cultivos registrados por el III Censo Nacional Agropecuario (2000), tienen que ver en buena parte con el deterioro de los suelos en el Ecuador.

En la Tabla 2, se observan los rendimientos de algunos de los cultivos más representativos de la canasta básica popular, comparados con los rendimientos de los países vecinos, de los Estados Unidos vs los rendimientos previstos por el INIAP.

Tabla 2. Rendimiento de cultivos en el Ecuador comparado con el de los países vecinos y de los Estados Unidos en TM/ha vs los rendimientos estimados por el INIAP.

Cultivos	Ecuador	Colombia	Perú	Estados Unidos	Estimado INIAP
Arroz	3.68	5.10	6.94	7.00	7.00
Maíz duro	2.01	1.79	3.00	7.99	5.50
Trigo	0.67	2.55	2.55	4.00	3.60
Fréjol	0.13	1.23	0.99	--	2.00
Soya	1.71	1.52	1.00	2.48	2.50
Papa	5.63	17.53	11.00	42.70	32.00
Cebolla paitaña	6.84	--	25.00	--	37.00

Fuentes : Estadísticas III Censo Nacional Agropecuario (2000)/ Anuarios FAO (2007).

HACIA EL MANEJO ECOLOGICO DE LOS SUELOS EN EL ECUADOR

El recurso natural que con seguridad el productor tiene mayor acceso para manejar y modificar, es el suelo. En la agricultura ecológica el suelo es considerado como un organismo vivo, con su dinámica propia, y que, como cualquier ser viviente, necesita alimentación y estabilidad para poder desarrollar sus actividades biológicas.

El Manejo Ecológico del Suelo: Una alternativa

Frente al deterioro de los suelos en el Ecuador, aparece como una alternativa viable, orientada a propiciar su recuperación y conservación, la propuesta planteada por el Manejo Ecológico del Suelo. El Manejo Ecológico del Suelo, se define, como el mantenimiento de sus condiciones físicas, químicas y biológicas a fin de preservar su salud y su calidad con el propósito de conservar su capacidad productiva de manera indefinida, para alcanzar la sostenibilidad agrícola.

Espinosa (1998), dice que los términos salud y calidad a menudo, son usados como sinónimos. El término calidad es preferido por los especialistas en suelos, y el término salud por los agricultores. La salud del suelo, se define como su habilidad para funcionar y mantener rendimientos de acuerdo a su potencial, a pesar de los cambios introducidos por el hombre o por eventos naturales, mientras que

la calidad se define como la capacidad del suelo para funcionar en concordancia con el ecosistema y con el uso, para sustentar la productividad biológica, mantener el ambiente sin alteración y promover la salud de las plantas, animales y el hombre.

Los conceptos antes emitidos, ponen de manifiesto que tanto la salud, como la calidad del suelo, contribuyen a posibilitar el desarrollo de cultivos sanos y a la obtención de cosechas de calidad.

En el contexto referido, un suelo sano y de calidad, es sinónimo de cultivos sanos y cosechas de gran rendimiento, sanidad y calidad nutrimental cuando se trata de productos destinados a la alimentación, y/u ornamental o de otra índole.

Mantenimiento de las condiciones físicas del suelo

El propósito de mantener el ambiente físico del suelo, responde a propiciar una adecuada infiltración del agua, así como una buena succión por parte de las raíces de las plantas, posibilitar la aireación del sistema radicular, facilitar la permeabilidad para evacuar los excesos de agua y mantener una temperatura adecuada, que preserve la salud de los cultivos, la actividad microorgánica y permita la germinación y brotación de las simientes.

El mantenimiento físico del suelo, puede lograrse mediante técnicas de labranza apropiada, técnicas de conservación de suelos y técnicas de manejo y conservación de aguas.

Mantenimiento de las condiciones químicas del suelo

El mantenimiento de las condiciones químicas del suelo, propone el manejo de nutrientes a fin de posibilitar que estos estén disponibles, de manera oportuna y en formas asimilables para las plantas.

El mantenimiento de las condiciones químicas del suelo, se puede lograr a partir de la incorporación de abonos orgánicos y de fertilizantes minerales primarios (rocas fosfatadas, potásicas, calcáreas, azufradas, sulphomag, etc.), a lo que deberá sumarse la inoculación de biofertilizantes (simbióticos y asimbióticos), para posibilitar la fijación de nitrógeno atmosférico, como la solubilización y movilización de otros elementos fertilizantes. Además será importante establecer planes de rotación de cultivos a fin de manejar adecuadamente el flujo de nutrientes en el suelo.

Mantenimiento de las condiciones biológicas del suelo

El mantenimiento de las condiciones biológicas del suelo tiene como objeto potenciar la flora y la fauna del suelo y el mantenimiento de los niveles adecuados de materia orgánica, respondiendo a las características de las diferentes zonas agroclimáticas.

El mantenimiento de las condiciones biológicas del suelo, puede estimularse mediante el uso de coberturas muertas (mulch), asociación de cultivos, reciclaje de nutrimentos (abonos orgánicos) e inoculación de agentes microbiológicos eficientes.

El control de la erosión

No se concibe un buen Manejo Ecológico del Suelo, sino se reducen los riesgos de erosión, especialmente en las zonas de ladera, donde los suelos empinados, con poca vegetación o desnudos, donde las lluvias arrastran todo el material fértil de la capa arable, son propensos a que se ocasione una erosión hídrica intensa.

En las condiciones referidas, el uso de prácticas para conservar el suelo y el agua son prioritarias. Entre las prácticas que podrían llevarse a cabo, se proponen las siguientes:

Medidas agronómicas

Este tipo de medidas, proponen técnicas de manejo de cultivos para lograr una mayor producción evitando la erosión:

- **Densidades adecuadas de cultivo:** Para facilitar una mayor cobertura del suelo, mediante el follaje de los cultivos, que a su vez también van a reprimir naturalmente la aparición de hierbas indeseadas, manteniendo la humedad, dado que la superficie se mantendrá protegida de la radiación solar intensa.
- **Manejo Ecológico de Plagas (MEP):** Para mantener sanos todos los órganos de los cultivos, especialmente el follaje a fin de garantizar la cobertura y protección del suelo del suelo.
- **Utilización de semillas de buena calidad:** Esto permitirá una buena germinación y emergencia de los cultivos, que más tarde servirán de cobertura al campo.

Medidas culturales

- Siembra de cultivos en curvas de nivel, realizando las labores de labranza y otras en forma transversal a la pendiente (nivel de caballete, de manguera o nivel en A);
- Surcos en contorno, disponiendo las hileras de cultivo siguiendo las curvas de nivel, para que el agua de escorrentía no dañe el suelo;
- Siembra en franjas, disponiendo los cultivos en bandas o fajas que siguen las líneas de nivel, intercalando cultivos densos con cultivos de escarda, para frenar la velocidad del agua en las laderas;
- Implementación de barreras vivas, con hileras de plantas de porte denso, para reducir la velocidad del agua y retener el suelo.
- Construcción de terrazas de formación lenta, utilizando barreras vivas;
- Implementación de cultivos de cobertura, para proteger el suelo de las lluvias y mejorar las propiedades del suelo (siembra de especies leguminosas);
- Implementación de coberturas muertas, esparciendo restos de cosechas u otros materiales sobre el suelo (mulch);
- Labranza cero: El suelo no es removido, no hay surcos.
- Labranza mínima: el suelo es removido en forma localizada.

Medidas mecánicas

Son estructuras construidas perpendicularmente a la pendiente para interceptar el agua de escorrentía y evitar su fuerza erosiva, permitiendo una mayor infiltración del agua y estabilizando el suelo en su sitio. Entre este tipo de estructuras, se pueden citar:

- Implementación de acequias de infiltración, que son pequeños canales que se construyen a nivel y transversales a la pendiente, interceptan el agua, disminuyen su velocidad y permiten una mayor infiltración;
- Implementación de terrazas (andenes), que son construcciones que reducen la longitud de pendiente y retienen gran parte del suelo. El 100% del agua que cae sobre la terraza se infiltra, dando lugar a una mayor disponibilidad de agua para el cultivo, incrementando su producción.
- Para el control de cárcavas, se sugiere, la implementación de muros de contención que son diques que se construyen de concreto, con piedras, palos y deben su estabilidad a su propio peso y a su base ancha para evitar su derrumbe;

La fertilidad natural del suelo y la actividad microbiana

La alimentación de un suelo depende de la materia orgánica que éste recibe, la cual debe ser en cantidades y frecuencias satisfactorias, para que los microorganismos y mesofauna existentes en dicho suelo puedan utilizarla como fuente de energía para su nutrición y reproducción.

Una serie de ensayos realizados en el país, utilizando como abonos de cultivos, una diversidad de desechos orgánicos procesados (sólidos y líquidos) e inoculados con agentes microbianos eficientes han puesto de manifiesto la importancia de este tipo de manejo de la fertilidad de los suelos; de la misma manera hay evidencias valideras del uso de los abonos orgánicos en la producción de la cada vez más creciente agricultura orgánica en el país, que están permitiendo la producción de bienes de alta calidad, productividad y competitividad en los mercados locales, como en los exigentes mercados internacionales.

La actividad microbiana de un suelo es responsable directa de su fertilidad. Esta actividad es responsable de la producción de sustancias orgánicas que las plantas utilizan. Además de las bacterias y de otros organismos fijadores simbióticos o asimbióticos de nitrógeno, cada vez se conoce más acerca del papel de los hongos asociados a las raíces de las plantas llamados Micorrizas, que aumentan el área de absorción de diversos minerales del suelo, tales como Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), etc.

Un suelo cuya roca madre contiene una gran diversidad de minerales, no necesitará de un "enriquecimiento" externo, excepto en los dos primeros años de manejo ecológico, hasta tanto la actividad microbiana se intensifique. De igual forma, para el control del pH, la materia orgánica, a través de la formación de complejos y la quelatización de diferentes minerales presentes en suelo, desempeña un papel tan eficiente como la aplicación de cal.

Como indicadores biológicos tenemos a las hierbas espontáneas, muchas de ellas con características de "malezas" que sólo crecen en nichos específicos siguiendo un patrón de sucesión vegetal, desde el punto de vista ecológico, y no al azar, como muchos creen. Hierbas espontáneas, tales como la pacta (*Rumex crispus*) o la lengua de vaca (*Rumex obtusifolia*), son indicadoras de acidéz.

Las hierbas tienen un patrón importante para el suelo: mejoran su estructura física, química y biológica, según las necesidades del mismo. Otros indicadores biológicos son los parásitos de las plantas (virus, hongos, insectos, ácaros, etc.) Estos sólo atacan a aquellas plantas cuyo metabolismo está desequilibrado y no aquellas que se encuentran sanas. Por lo tanto, si los ataques se repiten, esto es un indicador de que estamos cometiendo algún error en el manejo o la escogencia de la especie o variedad.

Finalmente, otros indicadores biológicos son los predadores. Estos aparecen en grandes cantidades cuando se les perturba su ambiente, o cuando se utilizan agroquímicos (venenos y abonos). Sin embargo, a los predadores se les puede controlar si se mantiene una cierta diversidad biológica en una misma área.

Los abonos verdes en la agricultura ecológica

El uso de abonos verdes implica devolver al suelo nutrientes que se encuentran en cualquier tipo de vegetación: desde plantas cultivadas -especialmente leguminosas, fijadores de Nitrógeno- hasta cualquier tipo de vegetación espontánea, sea herbácea o arbórea.

La agricultura moderna considera a los abonos verdes como fuente de (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) de origen orgánico, sin tener en cuenta su fantástica influencia sobre el nivel de vida de los microorganismos del suelo.

En la agricultura ecológica, los abonos verdes son la mayor fuente de materia orgánica de la cual dispone el productor rural. De una pequeña fuente, más los recursos naturales agua, radiación y nutrientes del suelo, se forman toneladas de materia orgánica disponibles para la microvida del suelo, que proporciona todo el potencial de producción de un sistema agrícola.

Debe tenerse en cuenta que cerca del 40 al 50 por ciento del volumen de una planta se encuentra dentro del suelo. Por lo tanto, no sólo la parte aérea tiene significado como fuente de materia orgánica para los micro-organismos del suelo.

El manejo de abonos verdes a base de leguminosas y cereales, puede proveer al suelo de entre 80 a 120 TM/ha de biomasa, que va a convertirse más tarde por acción de la humedad y la actividad microbiana en humus, a la par que se fijan entre 80 a 300 kg/ha de nitrógeno y otros elementos constitutivos de los tejidos de las plantas incorporadas.

Estudios recientes llevados a cabo por la ESPOL, han puesto en evidencia la importancia del uso de la asociación Azolla-Anabaena como abono verde o bioabono nitrogenado alternativo para de arroz, como para otros cultivos, señalándose que es factible la incorporación al suelo de hasta 108 kg de Nitrógeno/ha/mes.

La fertilidad natural y la resistencia fisiológica de los cultivos al ataque de parásitos

Uno de los factores responsables de la buena marcha (salud) de los cultivos en la agricultura ecológica es el equilibrio entre las diferentes especies animales y vegetales dentro de un agroecosistema.

También es de igual importancia la salud o equilibrio interno de la planta. Este equilibrio tiene su origen, básicamente, en el tipo de nutrientes que recibe la planta (además de la adaptación de la especie o variedad) y la disponibilidad de agua, entre otros.

Cuando una planta dispone de un substrato rico en materia orgánica y actividad biológica intensa, puede escoger la cantidad y la calidad de los minerales que necesita para su metabolismo. Por el contrario, en un suelo que recibe abono químico, la planta no tiene posibilidad de escoger.

Cuando la planta goza de un metabolismo equilibrado, ésta no sirve de alimento para sus parásitos, y, por lo tanto, no es atacada a un nivel de daño económico significativo.

CONCLUSIONES

De la información disponible sobre el uso y manejo del recurso suelo en el Ecuador, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Durante las últimas cinco décadas, en la agricultura ecuatoriana, se ha utilizado un enfoque agronómico más que ecológico, propiciándose el aumento de la producción con la apertura de nuevas tierras de cultivo y promoviéndose luego el aumento de la productividad mediante la utilización de los paquetes tecnológicos generados por la denominada revolución verde.
- Como producto del manejo inadecuado de los suelos dedicados a la producción agrícola en el Ecuador, su deterioro, se ha incrementado significativamente en las últimas décadas.
- Las pérdidas de la fertilidad del suelo y el ataque de plagas (insectos, ácaros, gasterópodos, nemátodos, patógenos y arvenses) se han resuelto con medidas correctivas y de control y no con medidas preventivas y de manejo.

- Las tareas de conservación de suelo propuestas por el estado y algunos organismos no gubernamentales, no han tenido continuidad, y no han respondido a una política de manejo y conservación de suelos, como no han tenido en cuenta las condiciones culturales, sociales y económicas de la población rural.
- Por lo antes expresado, se hace necesario subrayar que el uso, manejo y conservación de suelos en el Ecuador, no se debe abordar tan solo como un enfoque agrícola o edáfico, sino ecológico, económico y social, pues el suelo es parte de los recursos naturales “productivos” del país, del cual dependen la mayoría de sus recursos renovables.

RECOMENDACIONES

- Plantear al estado ecuatoriano, la implementación de una Plan Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, con un enfoque sostenido de conservación de suelos, bajo los principios del Manejo Ecológico del Suelos.
- Propiciar que las Facultades de las Universidades ecuatorianas que ofrecen carreras para el agro incluyan en sus planes y programas de estudios a la Agroecología, con el propósito de reorientar la práctica de la agricultura con un enfoque orientado a su sostenibilidad

BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, A. 2008. Manejo de suelos fatigados en agricultura intensiva. El suelo como recurso fatigado. UNIAGRO. Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria. 9 p.
- Brissio, P.A. y M. Savini. 2005. Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincial de Neuquen donde se efectuaron actividades de explotación hidrocarburífera (Tesis de Grado Licenciado en Saneamiento y Protección Ambiental). Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional de Comahue AR.
- Colegio de Postgraduados Montecillo. 1991. Memorias del Primer Simposio Nacional. Agricultura Sostenible: Una opción para el Desarrollo sin Deterioro Ambiental. Comisión de Estudios Ambientales CP y MOA Internacional. MX. 392 p.
- Espinosa, J. 1998. Materia orgánica en el suelo. Conceptos básicos. INPOFOS. Quito. (Serie de diapositivas).
- ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2003. Aplicación de la simbiosis diazotrófica entre Azolla y Anabaena como abono verde para el cultivo del arroz en el Litoral Ecuatoriano. PROMSA-MAG-BIRF-ESPOL. Guayaquil, EC.
- Guazelli, M.J. 2008. Recursos naturales e indicadores biológicos en agricultura ecológica. Centro de Agricultura Ecológica IPE- Brasil. Revista la Era Agrícola-una visión alternativa al campo venezolano-(en línea). Consultado el 26 de septiembre 2008. Disponible en: www.Eraecologica.org/revista17notasfundación.htm
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC), 2000. Costos de las tecnologías de los principales cultivos del Ecuador. Quito, INIAP. EC. Publicación Miscelánea No 98. 144 p.



MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), 1999. Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Sector Agropecuario del Ecuador. Diagnóstico Ambiental del Sector Agropecuario. Volumen I. Documento Técnico No 13. Quito. EC. 203 p.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca), 2007. Políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano 2007-2020. MAGAP. Quito. EC.128 p.

Suquilanda, M. 2007. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO-ABYA YALA. Quito. EC. 3ª ed. 650 p.