



CONSERVACION Y MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

C U R S O
DE
CONSERVACION Y MANEJO
DE SUELOS Y AGUAS

CAPACITACION:

T E C N I C A

1 9 8 6

BOLETIN Nº 1: DIVULGACION Y ENSEÑANZA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

CONVENIO SSTR-INIAP

QUITO - ECUADOR

INTRODUCCION

Ecuador se ubica en la región oeste septentrional de América del Sur entre los paralelos 1° de latitud norte y 5° de latitud sur. Uno de los principales accidentes geográficos lo constituye el sistema montañoso de los Andes que lo recorre al país de norte a sur, se halla formado de cordilleras que lo dividen en tres regiones que son:

- Región Litoral o insular - Región Andina - Región Amazónica

El territorio nacional cuenta con 280.000 km² aproximadamente, en el que se asienta una población de 9'600.000 habitantes (1986). Del total del área, 170.000 Km² (60%), corresponde a la región andina y el 40% restante a las regiones Litoral y Amazonía.

La región Andina se la considera desde los 1.000 hasta los 4.500 msnm. La forma cordilleras, nudos y grandes elevaciones ofreciendo características geomorfológicas y ecológicas, tanto por su clima como por su vegetación y fauna, con valles y micro-climas variados que van del templado al frío, topografías onduladas (5%), medias (10%) y abruptas (mayores al 30%), producto de aluviones anteriores a la época por lo que las laderas y bajadas que circundan los valles en su mayor parte presentan escasa vegetación nativa, residuo de la fuerte explotación de los suelos, de las escasas precipitaciones, fuertes vientos que causan elevadas evaporaciones y añadiéndose a esto el asentamiento desordenados de núcleos humanos campesinos en esas áreas, faltas y pie de montes agravando más por la devastación de la cobertura del suelo dejando como resultado una progresiva degradación ocasionado por el proceso erosivo de tipo dídrico y eólico.

Se han detectado pérdidas de suelo por efecto de la erosión hídrica en diferentes áreas de la región andina, y que están en el rango de 5-100 Ton/ha/año, sobrepasando las pérdidas permisibles, sin tener en cuenta estas cifras en los usuarios del suelo, ni tampoco en acciones por desarrollar prácticas mecánicas o agronómicas tendientes a detener en parte este grave fenómeno erosivo por parte de los agricultores que utilizan los suelos del Callejón Interandino.

En vista de ellos el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INAI, en un afán de alertar a los agricultores del área andina se preocupa constantemente por llegar a cada uno de ellos para hacer conocer las causas, efectos y daños de la erosión del suelo y mediante trabajos de conservación de suelos y aguas, cursos de capacitación y boletines de divulgación, recomendar algunas soluciones para su control. Es por ello que se pone a consideración de técnicos y agricultores el presente Boletín de enseñanza bajo el título "CONSERVACION Y MANEJO DE SUELOS Y AGUAS", cuyo contenido enfoca la mecánica de la erosión, el escurrimiento superficial como principal factor de la erosión, soluciones agronómicas y mecánicas relacionadas con labranza de suelo, manejo de la cobertura, obras físicas de conservación, fertilización y extensión tomando como unidad agrícola la Microcuenca Hidrográfica integrada, con el único objetivo de detener el grave fenómeno de la erosión en el Ecuador.

EFFECTOS DE LA EROSION SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS

JUAN J. CORDOVA J.*

Ante la pregunta ¿Cómo ha llegado el suelo a ser lo que es?; la primera verdad que debe ser comprendida es, que el suelo es inmensamente complejo y que de hecho es la sustancia más compleja que existe sobre la faz de la tierra. (Teuscher y Adler, 1980).

Las personas que tratan con la tierra como fuente de producción se dan cuenta que existen variaciones en los suelos. El agricultor sabe que la tierra en un campo es diferente a la de otro campo, nota diferencias en la facilidad de labranza y producción o en las fallas de un cierto cultivo a desarrollarse.

Las variaciones o características en los suelos que los hacen adaptables para algunos cultivos y no para otros, pueden ser el resultado de varias causas. Estos factores varían independientemente o en conjunto y originan que el suelo sea una individualidad complicada.

I. DESARROLLO DEL SUELO

Los suelos por naturaleza se desarrollan como entidades definidas. Un suelo no es solamente la acumulación de residuos de un proceso determinado, sino que es un cuerpo naturalmente desarrollado en donde han intervenido procesos destructivos y constructivos.

Los materiales de donde se desarrolla el suelo se clasifican en: Residuales, transportados y residuos orgánicos.

Los materiales residuales son aquellos que han permanecido en su lugar de origen y de donde se ha desarrollado el suelo; los transportados son fragmentos de rocas y minerales, que han sido removidos de un lugar a otro por efectos del agua, viento, hielo o la gravedad. Los residuos orgánicos son la turba y los suelos húmicos que se han desarrollado por la acumulación de residuos de plantas en presencia de un manto freático superficial.

Descripción general de los materiales de desarrollo del suelo.

1. Materiales residuales

- A. Rocas ígneas
- B. Rocas sedimentarias
- C. Rocas metamórficas

2. Materiales transportados

- A. Por el agua:
 - 1. Depósitos aluviales, corrientes de agua
 - 2. Depósitos lacustres, lagos
 - 3. Depósitos marinos, océano

* Ing. Agr. MSc. Técnico del Departamento de Suelos y Fertilizantes del INIAP.

- B. Por el viento: 1. Eólicos
2. Légameos (Loess)
- C. Por el hielo : 1. Morenas (residuos acumulados por glaciares)
2. Planos laborales
3. Planos de inundación coluviales
- D. Por gravedad

3. Residuos orgánicos: Turbas y acumulaciones humíferas

Luego de esta ligera revisión de la formación del suelo, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Qué es un suelo productivo?

Un suelo productivo es un suelo en el cual las condiciones físicas, químicas y biológicas son favorables para la producción económica de cultivos adaptados en una área específica (Soil Sci. Soc. Am; 1975).

El suelo es el que provee de soporte físico, agua y nutrientes que las plantas requieren y que conjuntamente con el potencial genético, clima y manejo forman los factores de la producción como lo definió Fitts (1974) en su ecuación de rendimiento de cultivos.

$$R = f (\text{Clima, suelo, manejo y cultivo})$$

Resultando que es el suelo el que mayormente incide sobre el rendimiento de los cultivos.

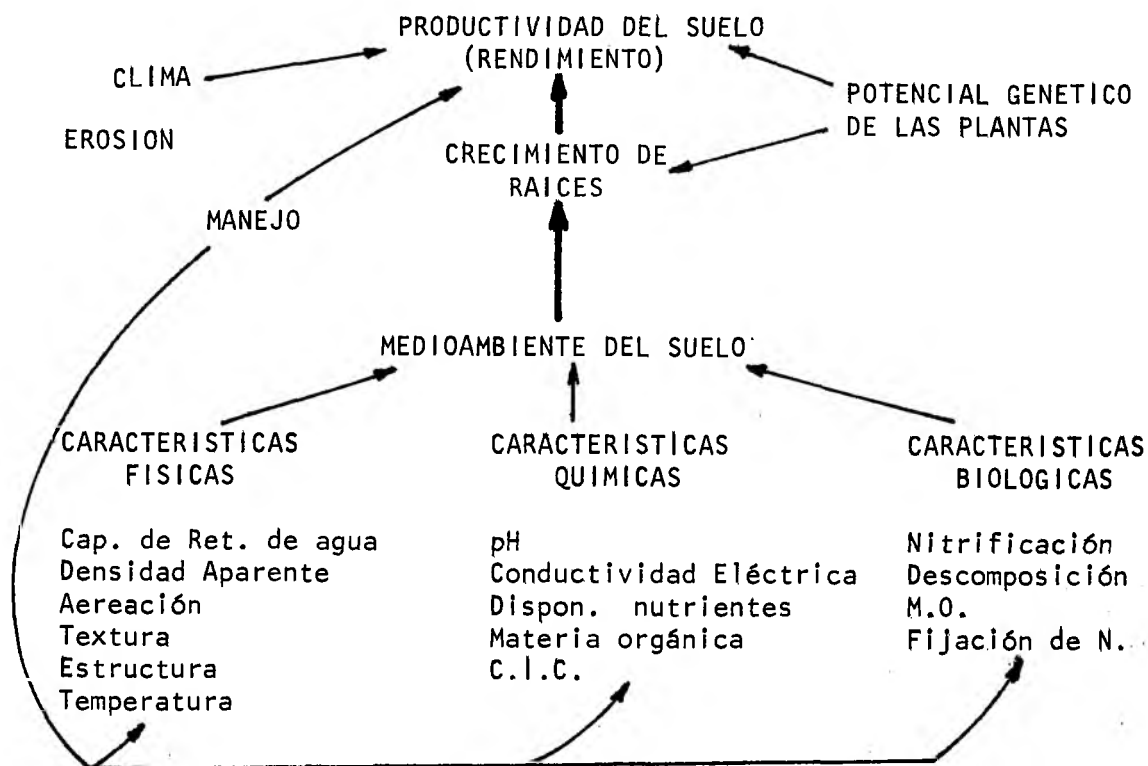


Fig. 1. Efecto de los diferentes factores que intervienen en la productividad de los cultivos.

Cuatro son los factores principales causantes de la pérdida de nutrientes del suelo y por ende de su productividad: Producción de los cultivos, la erosión, la lixiviación y la volatilización (Barrows y Hilmer, 1963).

Los nutrientes se pierden por la producción de los cultivos debido al removimiento de aquellos elementos que son asimilados durante el ciclo de crecimiento de una cosecha. La pérdida de nutrientes por lixiviación está gobernada por el grado de movilidad de los elementos nutritivos en el suelo y el régimen de humedad del mismo. Los nutrientes se pierden por volatilización debido a los procesos de óxido-reducción que se ocasionaron en el suelo con participación de microorganismos.

La pérdida de nutrientes de un suelo debido a la erosión se sucede por la pérdida de la superficie de la tierra, por efecto del agua de escurrimiento, viento, hielo u otros agentes geológicos, incluyendo procesos tales como desprendimientos por efectos de la fuerza de gravedad.

La remoción de los nutrientes por efectos de la erosión no es selectivo, por cuanto estos pueden ser removidos en todas las formas que se encuentran en el suelo por el proceso erosivo.

II. PERDIDAS DE MATERIA ORGANICA POR LA EROSION

La materia orgánica del suelo no es considerada como un nutriente, por lo tanto no puede ser suplida como fertilizante comercial y es muy difícil de recuperarla. Debido a la alta concentración en la superficie del suelo y su baja densidad, la materia orgánica es una de los primeros componentes en ser removidos por la erosión. La cantidad de materia orgánica perdida está en función de la pérdida del suelo, pero el porcentaje presente en el material erosionado decrece a medida que las pérdidas de suelo por erosión se incrementan, debido a que por su baja densidad es acarreado por el agua de escurrimiento más allá de los depósitos de partículas minerales del suelo y el proceso de mineralización se acelera y tiende a descomponerse en un tiempo más corto (Slater, 1942)), sin embargo Martin (1941) indica que a pesar de que la pérdida de materia orgánica está en función de la pérdida de suelo, esta no está en función directa.

III. PERDIDAS DE NITROGENO POR EROSION

Las pérdidas de nitrógeno por la erosión son probablemente las más grandes que las pérdidas de cualquier otro nutriente. Esto resulta del hecho por el cual la mayor parte del nitrógeno que se pierde está en combinación con la materia orgánica del suelo, la misma que es muy susceptible de erosionarse.

Han sido reportadas por Hayes et.al. (1948) pérdidas de hasta 42 kg/ha/año de nitrógeno en un suelo franco limoso sembrado con avena, por efectos de la erosión, mientras que con cultivo de maíz se perdió 2 kg de N/ha/año en el mismo suelo.

Flores (1979) en un Andept de la provincia de Pichincha reportó pérdidas de 80 ton/ha/año de suelo por la erosión, si asumimos por término general un contenido del 4% de materia orgánica diremos que estamos perdiendo 3200 kg de MO/ha/año; y se tiene por regla general que el 5% de la misma corresponde a nitrógeno, por lo tanto se estaría perdiendo 160 kg de N/ha/año, lo cual resultaría una cifra bastante elevada, trayendo como consecuencia un decrecimiento muy notable en la productividad de nuestros suelos.

IV. PERDIDAS DE FOSFORO POR LA EROSION

Bajo condiciones ordinarias de campo, el fósforo es uno de los elementos menos móvil en el suelo, el movimiento vertical de este elemento en el suelo es muy lento, permaneciendo en los estratos superiores del perfil del suelo a menos que sea incorporado mecánicamente a profundidades inferiores (Buckman y Bready; 1960). Por lo tanto, la concentración de fósforo en el escurrimiento superficial tiende a ser considerablemente más alto que la concentración inicial en el suelo.

Scarseth y Chandler (1938), determinaron que el 60% del fósforo aplicado en un período de 26 años en forma de superfosfato, se perdió por erosión, en tanto que Ensminger y Cope (1947), observaron un 70% de pérdida de fósforo añadido a un suelo no encalado de textura arenosa casi plano cultivado con algodón.

En los suelos del Ecuador por ser de origen volcánico presentan altos contenidos de materiales amorfos, con características de baja densidad, pero con altos poderes de fijación de fósforo, la pérdida de un centímetro de la capa superficial involucra altas pérdidas del elemento fósforo que está íntimamente ligado a las partículas minerales.

V. PERDIDAS DE POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO POR LA EROSION

En aquellos suelos donde se ha reportado pérdidas de potasio ya sea potasio total y potasio disponible, siempre el potasio asimilable es menor al potasio total removido, puesto que el 90 a 98% de todo el potasio presente en el suelo está en forma que no es inmediatamente disponible para las plantas y las cantidades de potasio en solución removidas son generalmente muy pequeñas, así Buckman (1960), reportó una remoción anual de potasio en solución en un suelo franco oscilaba entre un kilogramo por hectárea bajo el cultivo de trigo y 9 kilogramos por hectárea en un suelo bajo césped.

Las pérdidas de este elemento en los suelos ecuatorianos a causa de la erosión, son apenas perceptibles, debido a que estos suelos son ricos en este nutriente dadas las condiciones de ser de origen volcánico, de ahí que la baja de productividad de los suelos en Ecuador por efecto de la pérdida de potasio es ignorada y solo se nota en aquellos suelos extremadamente erosionados. En cuanto a calcio, los trabajos realizados por Duley y Miller (1923) demostraron que la pérdida de calcio total fue virtualmente muy baja, en un suelo franco bajo césped, pero las pérdidas ascendieron a 379 kg/ha cuando el suelo estuvo desprotegido y sin cultivo alguno.

Las pérdidas de magnesio por efectos de la erosión han sido escasamente reportadas, de allí que se considera que la pérdida de este nutriente en forma soluble del suelo es insignificante. Algunos autores han reportado pérdidas máximas de magnesio en solución de 2.6 kg/ha, 1.33 kg/ha en un suelo franco y de 3.6 kg/ha en un suelo limo arcilloso cultivado con maíz (Duley 1926, Bryant y Slater 1948).

Es bien conocido que la mayoría de los suelos del Ecuador, sus contenidos tanto de calcio como magnesio son altos y generalmente se reportan resultados de 200 kg/ha de calcio y de 150 kg/ha de magnesio. Si consideramos los reportes de otros países de las pérdidas encontradas, el abastecimiento de estos dos nutrientes es todavía satisfactorio, pero eso no significa que la erosión no siga siendo un riesgo para la disminución de la productividad de nuestros suelos.

VI. EFECTO DEL ESPESOR DE LA CAPA ARABLE EN LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO

Es indudable que el mejor criterio usado para juzgar la habilidad de un suelo para producir cultivos con buenos rendimientos es el espesor de la capa arable. De la misma manera ha sido siempre reconocido que tanto la erosión hídrica como eólica reducen el espesor de la capa arable y hasta cierto punto son las principales causas de la reducción de la productividad de los suelos.

En la mayoría de los suelos del país, el espesor de la capa arable del suelo influencia en el desarrollo del sistema radicular de las plantas y en la cantidad de agua del suelo disponible para el buen crecimiento de los cultivos. Esta relación es extremadamente importante cuando los horizontes inferiores poseen un material pobre como medio para la actividad radicular de las plantas. La productividad del suelo en términos de crecimiento de cultivos se lo determina por medio de varias propiedades del suelo que están íntimamente relacionadas entre sí. Estas propiedades incluyen: Contenido de materia orgánica, estructura, pH, porcentaje de saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico, capacidad de retención de agua, densidad aparente, etc. El efecto relativo que cada uno de estos parámetros tiene sobre la productividad, varía grandemente entre suelos, así como entre perfiles de un suelo determinado.

El decrecimiento de la profundidad del perfil del suelo por efectos de la erosión, afecta la productividad de dos maneras principales:

- Asociado con la pérdida del material del horizonte A por la erosión, está la degradación de la materia orgánica, el decrecimiento del nitrógeno del suelo, la capacidad de retención de agua, la capacidad de intercambio catiónico, agregación de las partículas y un incremento en la densidad aparente.
- A medida que los procesos de erosión progresan, los horizontes inferiores (subsuelo) son expuestos gradualmente a la superficie, lo cual puede ser perjudicial para el crecimiento de las plantas debido a las características adversas tanto de orden físico y/o químico del suelo.

Estudios realizados para evaluar la productividad de los diferentes estratos horizontes del suelo, han demostrado que a medida que se avanza hacia los horizontes inferiores (B y C), la reducción en rendimiento de los cultivos se incrementa.

La adición de materia orgánica en forma de estiércol de ganado demostró ser eficiente en el incremento del rendimiento en cualquiera de los horizontes estudiados, dando el mayor incremento relativo en el material del horizonte C (Lauthan, 1940). La adición de fertilizantes al suelo puede restaurar la productividad de un subsuelo cuando la cantidad de agua es adecuada para el crecimiento de las plantas.

En los suelos ecuatorianos, que en su mayoría corresponden al orden de los Inceptisoles, con un desarrollo de perfil no muy avanzado, es decir que no existen mayores diferencias especialmente en lo que se refiere a su minerología y características físicas hasta una determinada profundidad, es de esperarse que la recuperación de la productividad sea fácilmente obtenida con solo la aplicación de materia orgánica y fertilizaciones adecuadas.

Lamentablemente, esta no es la condición general de nuestros suelos, ya que en muchas regiones es fácil observar la formación de capas endurecidas (duripanes y fragipanes), a profundidades bastante pequeñas lo que hace que la productividad arrive a términos mínimos, al momento que esta capa o estrato aflora a la superficie.

LITERATURA CONSULTADA

1. BARROWS, L.H. and KILMER, V.J. 1963. Plant nutrient losses from soils by water erosion. *Advance Agronomy* 15: 303-316.
2. BRYANT, J.C. and SLATER, C.S. 1948. The removal of magnesium in solution by erosion. *Iowa State Coll. J. Sci.* 22: 269-312.
3. BUCKMAN, M.O. and N.C. BRADY. 1960. The nature and properties of soils. 6th Ed. MacMillan Publishing Co., New York.
4. DULEY, F.L. and MILLER, M.F. 1923. Erosion and surface runoff under different soil conditions. *Missouri Research Exp. Sta. Bull.* 63.
5. DULEY, F.L. 1926. The loss of soluble salts in runoff water. *Soil Sci.* 21: 401-409.
6. ENSMINGER, L.E. and COPE, J.T. 1947. Loss of plant nutrient elements by erosion. *J. Amer. Soc. Agrom.* 39: 1-11.
7. FITTS, W.W. 1959. Research and Extension - Bigger Farming Profits. *Plan Food Review Journal.* 7 p.
8. LANTHAN, E.E. 1940. Relative productivity of the A horizon of the Cecil sandy loam and the Bond C horizon exposed by erosion. *J. Am Soc. Agrom* 32: 950-954.
9. ORTIZ, V.B. y ORTIZ, S.C. 1980. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
10. MARTIN, J. 1941. The organic matter in collington sandy loam and in the eroded material. *Soil Sci.* 52: 435-443.
11. SCARSETH, G.D. and CHANDLER, W.V. 1938. *J. Am. Soc. Agrom.* 30: 361-374.
12. SLATER, C.S. 1942. Variability of eroded material. *J. Agr. Res.* 65: 209-219.
13. SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1975. *Glosary of soil Science Terms*
14. TEUSCHER, H. y ADLER, R. 1980. El suelo y su fertilidad. Traducido por Rodolfo Vera y Zapata. CECSA. México.