

# El suelo y su conservación

Módulos de conocimientos  
orientados a docentes  
de las escuelas secundarias y técnicas



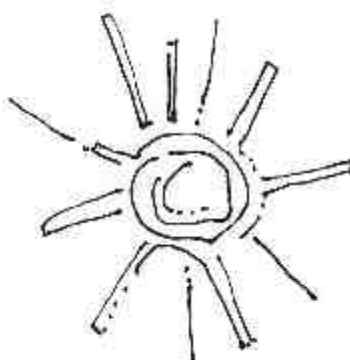
▪ Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro de Investigación de Recursos Naturales

# EL SUELO Y SU CONSERVACIÓN



INSTITUTO



DE SUELOS

Castelar, 2008

Autores  
ROBERTO R. CASAS  
RODOLFO C. GIL  
CARLOS B. IRURTIA  
ROBERTO O. MICHELENA  
RODOLFO MON  
EDUARDO E. NOAILLES BOSCH+  
ALICIA DA VEIGA  
ROSA MARIA DI GIACOMO

Editor de la versión corregida y actualizada  
JOSE LUIS PANIGATTI

Dibujos:  
MARCELA PUJOL

Diseño:  
ALEJANDRO BUSSI



Esta edición (2008) actualiza la edición anterior (1997)

# Prólogo (1997)

La elaboración de esta publicación, surge a requerimiento de la comunidad educativa frente a la necesidad de tratar en forma simple, temas referentes al uso, manejo y conservación del recurso suelo.

Esta guía didáctica tiene por objeto, acercar al docente información teórico-práctica sobre conceptos básicos de los suelos, con la finalidad de concientizar a los alumnos sobre la gravedad de los procesos de degradación del medio ambiente.

El hombre, en su afán de lograr mayores beneficios económicos ha actuado irracionalmente sobre los recursos naturales, y con el transcurrir del tiempo, comenzó a percibir alteraciones, muchas veces irreversibles.

Motivados por estos cambios, el INTA y otras instituciones estatales y privadas, han integrado grupos interdisciplinarios con el objeto de corregir y revertir el proceso, a través de investigaciones tendientes a lograr una agricultura sustentable.

Esta guía complementa el video educativo denominado "El suelo y su conservación", realizado por un grupo de técnicos pertenecientes al Instituto de Suelos, del INTA Castelar.

Es fundamental en la tarea que desarrolla la escuela, transmitir a los alumnos estos conceptos y tratar de motivarlos sobre esta problemática .

El alumno debe asumir como propia, la participación activa en la conservación de los ecosistemas destinados a la producción agropecuaria, para evitar, que las nuevas generaciones sufran en un futuro próximo, las consecuencias de los procesos degradatorios que amenazan la vida del planeta.

Recordemos las sabias palabras del viejo maestro Domingo Faustino Sarmiento que decía, "la escuela es el segundo hogar del niño", que hoy, más que nunca, tiene la sagrada misión de formar a los dirigentes de la Argentina del mañana.

*Los autores*



## Prólogo (2008)

Nuevamente el INTA toma la iniciativa de aportar herramientas para una mayor calidad de vida. Para ello pone en manos de docentes este material renovado para ser utilizado con los alumnos y así compartir experiencias y aprendizajes.

Son muy diversos los medios que utiliza nuestra institución para llegar e intervenir en distintos escenarios. Por ello es tan válido realizar estudios a nivel de células y cromosomas de vegetales y animales, como generar y difundir conocimientos para el mejor manejo de ecosistemas, compartir experiencias con minifundistas, etc., pero también, y en forma muy especial, pensar y concretar acciones para la educación de nuestros futuros productores, empresarios, decisores; ciudadanos en general.

Los productores agropecuarios, hortícolas o forestales no son los únicos que deben pensar en el uso y la conservación del suelo. El buen uso de este recurso no renovable nos debe interesar a todos, independientemente de nuestras tareas y lugares de trabajo.

Hay conocimientos mínimos que debemos lograr que se difundan e instalen en la sociedad, para que cada uno de nosotros incorpore con mucha fuerza el respeto por los recursos naturales, en todos los órdenes de las comunidades y en cada acción diaria de los individuos.

No a la declamación esporádica, sí al respeto continuo.

Solo tendremos una sociedad mejor y una calidad de vida aceptable cuando nos respetemos auténticamente, tanto a nosotros como a nuestro entorno. En este entorno o ambiente, el suelo es un integrante muy importante que necesita se lo conozca, use, respete y conserve para siempre.

Apuntando al futuro, invertimos esfuerzos en la presente generación, con un aporte sencillo pero concreto y modernizado. Aquí lo presentamos y entregamos para que lo disfruten, usen, transmitan y superen. Creo que así se incrementarán las buenas demandas. ¿Cuáles? ...pensá...!

*José Luis Panigatti*



Módulo 1

# LA DEGRADACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

Conceptos básicos



objetivo

Difundir conocimientos sobre el origen de los suelos, los procesos de degradación, y las prácticas de conservación que se pueden aplicar para su prevención y control, compatibles con buena producción.



## ¿CÓMO SE FORMARON LOS SUELOS?

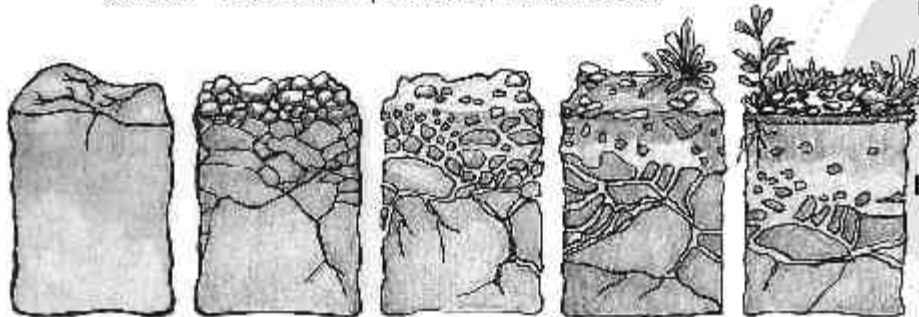
“El suelo es un cuerpo natural proveniente de distintos procesos físicos, químicos y biológicos, actuando sobre el material original, que le imprimen rasgos característicos y es capaz de soportar la vida vegetal”.

El suelo es un sistema dinámico y en constante evolución. En su proceso de formación, los diferentes tipos de rocas fueron alterados por la acción de los factores ambientales y dieron origen, primero al material madre del suelo y luego al suelo mismo.

A partir de este material disgregado, llamado también **“roca madre”**, se fueron formando los

suelos, debido a la acción del clima, el relieve, el agua y los organismos vivos, que fueron actuando durante siglos sobre esa roca madre o material original.

Los grandes macizos rocosos, como por ejemplo la Cordillera de los Andes, se vieron afectados a lo largo del tiempo, principalmente por estos factores que los fueron disgregando en bloques o fracciones cada vez más pequeñas, contribuyendo a dar origen a nuestros suelos.



Las fuerzas de la naturaleza, al actuar lentamente e incesantemente sobre las rocas, son las responsables de los suelos que hoy pisamos y cultivamos. Este proceso no se detiene y su evolución es continua.

## ¿POR QUÉ SE FORMARON PAISAJES DIFERENTES?

El material disgregado, producto de la alteración de las rocas, permanece en el lugar o es transportado por el agua y el viento a otras zonas, donde se va depositando en capas sucesivas de acuerdo al tamaño de las diferentes partículas.

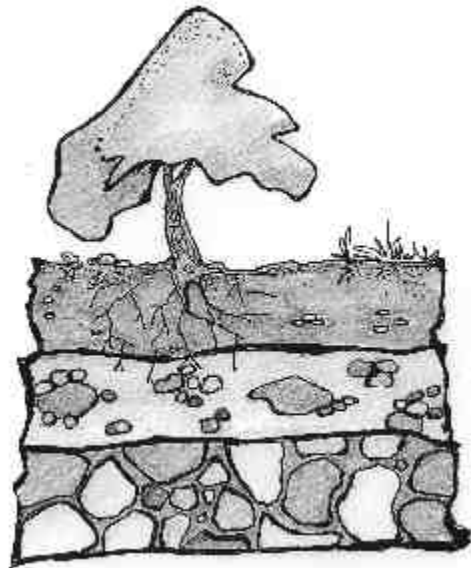
Las fracciones de mayor peso y volumen se localizaron en las cercanías de los macizos montañosos (origen), mientras que las más livianas y pequeñas fueron trasladadas por acción de estos agentes, a regiones más lejanas. Un ejemplo de ello, es el material que dio origen a los suelos de la Región Pampeana, conocido como



loess, integrado principalmente por sedimentos de grano fino, fácilmente transportados por el viento.

perfil del suelo

Los suelos son el resultado del lugar y el ambiente en el que se han desarrollado, observándose en suelos maduros una sucesión de capas u horizontes que constituyen lo que denominamos perfil del suelo.



## ¿POR QUÉ SE ROMPEN LAS ROCAS?

La mayor parte de los suelos que hoy vemos, nacieron de la roca madre o material originario desgastado por las fuerzas de la naturaleza, y en parte también por el roce de las rocas entre sí, al ir rodando por las laderas o pendientes a los valles, o al ser arrastradas y transportadas por las corrientes de agua.

En la era de los glaciares, hace miles de años, inmensas masas de hielo cubrieron importantes sectores y se desplazaron sobre la corteza terrestre. Estos movimientos provocaron el desgaste o trituración de las rocas en partículas de todos los tamaños. Luego el agua y principalmente el viento transportaron estos sedimentos a gran parte del centro y sur de nuestro país, constituyendo el "material original" de gran parte de los suelos de nuestras llanuras.

Las rocas pueden estar constituidas por uno o varios minerales, cada uno de los cuales se comporta en forma diferente frente a los factores meteorológicos. Así los cambios de temperatura también contribuyeron a formar los suelos.

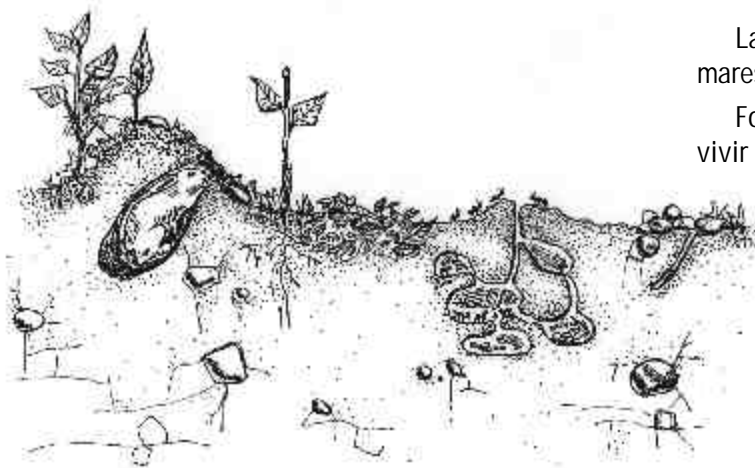
¿Qué ocurre cuando una roca se calienta y se enfría alternativamente? En algunos lugares hiela durante muchas horas de la noche y luego, durante el día, el sol produce una alta radiación y los cambios son muy grandes, llegando la temperatura de algunas rocas a subir más de 30 grados en pocas horas. Pues bien, no olvidemos que los minerales que integran las rocas tienen diferente dilatación, por tal motivo, al sufrir un brusco cambio de temperatura se van a producir en su interior distintas tensiones o fuerzas que producirán resquebrajamientos (se quiebran y dividen).



Un ejemplo de esto se puede observar si calentamos un trozo de roca a altas temperaturas y luego lo arrojamos en un recipiente con agua fría. La roca se romperá en varios pedazos. Otro ejemplo, es el cambio de estado del agua. En una roca, en la cual durante el día se deposita agua en sus fisuras y por la noche se congela, va a producirse un fenómeno físico de aumento de volumen que puede fragmentarla.



## ¿CÓMO COMIENZA LA VIDA EN EL SUELO?



La vida en nuestro planeta comenzó en los mares.

Formas vegetales primitivas se adaptaron a vivir fuera del agua, colonizando los depósitos terrestres o "materiales originales".

Durante muchos miles de años estas formas vegetales se transformaron, crecieron, evolucionaron y se desarrollaron en la tierra, otorgándole una característica especial al material rocoso original: comenzó la evolución del SUELO COMO ELEMENTO DE VIDA.

## ¿LAS PARTÍCULAS DEL SUELO SON DEL MISMO TAMAÑO?

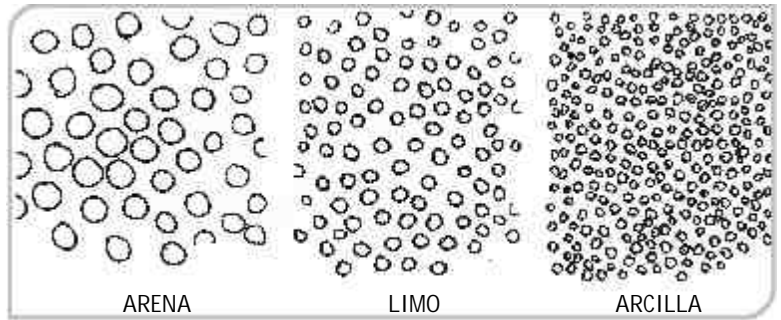
Si se toma un trozo o agregado de suelo y se lo observa con detalle, se pueden distinguir una parte sólida y una porosa, la que en parte está ocupada por aire y otra parte por agua.

La fracción sólida, constituida fundamentalmente por minerales, presenta partículas de diversos tamaños: desde macroscópicas a fracciones no visibles, aún con los microscopios comunes.



En base al tamaño, estas partículas se clasifican en:

- ARCILLA, fracción fina, menores de 0,002 mm ó 2 micrones (u)
- LIMO, fracción intermedia, entre 0,002 a 0,020 mm ó 2-20 micrones (u)
- ARENA, fracción gruesa, entre 0,020 a 2 mm ó 20 u a 2 mm.



## ¿EXISTE VIDA EN EL SUELO?

Un buen suelo es un sistema vivo donde habitan macroorganismos (insectos, lombrices, bichos bolita, roedores) y microorganismos (algas, hongos y bacterias), íntimamente asociados a la fracción orgánica del suelo, que representa para la mayoría de ellos una fuente de alimentos (energía y nutrientes).

La cantidad, el tipo y la actividad desarrollada por estos organismos, está relacionada con el material alimentario disponible o, en otras pala-

bras, con el contenido y calidad de la materia orgánica del suelo y especies vegetales que crecen en él. También inciden la textura del suelo, el pH (acidez) y las condiciones de temperatura, humedad y aireación.

En algunos suelos, si bien ciertos organismos pueden actuar como parásitos de plantas o de animales, la gran



mayoría tiene funciones benéficas que son sumamente importantes para el suelo, las plantas y la vida en general. Los microorganismos que actúan en la descomposición de la materia orgánica, liberan nutrientes necesarios para la vida de las plantas.

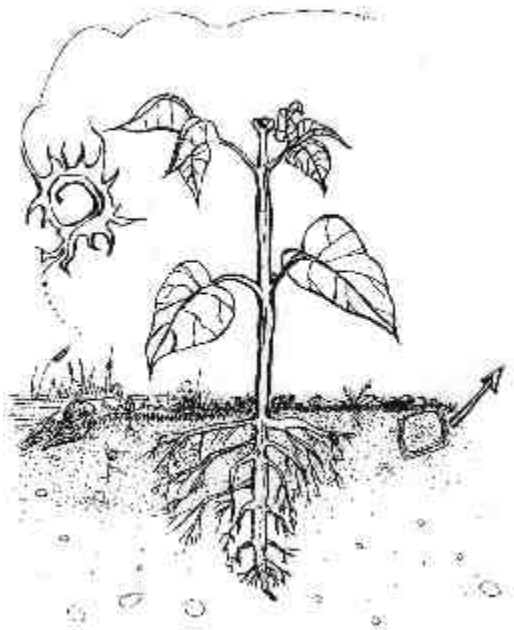
Por otra parte, algunas sustancias tóxicas producidas por la aplicación de pesticidas, son parcialmente destruidas o utilizadas por los organismos como fuentes de energía, reduciéndose así la contaminación del ambiente y los cultivos que en él se desarrollen.

Gracias a la actividad de estos organismos, que segregan ciertas sustancias, se mejora la

agregación de partículas o estructura del suelo y con ello la capacidad de producción del mismo, porque con una buena estructura se mejora la salud del suelo y con ello la producción.

En cada ambiente particular existen organismos mejor adaptados a las condiciones presentes, por lo tanto, serán los más activos y probablemente los más numerosos por su adaptación a esos lugares.

## ¿CÓMO LA MATERIA ORGÁNICA MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO?



La materia orgánica tiene un fuerte poder cementante o de agregación entre las partículas primarias –arcilla, limo y arena–, permitiendo una buena estructura.

Un suelo bien estructurado ofrece condiciones óptimas para el desarrollo de raíces, posibilitando un buen drenaje y aireación, y además buena capacidad de retención hídrica para ser fácilmente utilizada por las plantas.

Un suelo bien estructurado tiene mayor resistencia a la erosión hídrica y/o eólica.

La disminución de la materia orgánica provoca la separación de las partículas, reducción del espacio poroso y una mayor compactación, es



decir, que la pérdida de materia orgánica reduce las buenas condiciones para la óptima existencia de vida en el suelo. Con la pérdida de materia orgánica se pierde calidad y salud del suelo.

En un suelo poco trabajado, las partículas se encuentran unidas con más fuerza y mejor agregadas o estructuradas, que las partículas de un suelo que ha sido muy trabajado. Ello está relacionado con la mayor cantidad de materia orgánica que se halla presente en el suelo virgen o poco trabajado, porque la labranza oxida y favorece su destrucción.

Todos los suelos, tanto los arenosos (suelos), limosos (intermedios) y arcillosos (pesados) pueden ser mejorados en su estructuración con prácticas como: incorporación de residuos orgánicos, abonos verdes o cultivos de cobertura, residuos de cosecha o rastrojos, reducción de labranzas, siembra directa.



## RESISTENCIA DE LOS SUELOS AL IMPACTO DE LAS GOTAS DE LLUVIA

La gota de lluvia, cuando impacta sobre un suelo desnudo tiene un efecto destructor de la estructura que podríamos compararlo con el de una bomba en miniatura. Se destruye el agregado y las partículas minerales son proyectadas en todas direcciones. Este impacto de las gotas es uno de los responsables del deterioro o destrucción de la estructura de los gránulos del suelo.

Este es el primer paso del proceso de erosión hídrica.

El segundo paso es el escurrimiento, lavado o arrastre de la capa superficial del perfil.

Los suelos degradados, desnudos, con poca materia orgánica o sin una cubierta vegetal protectora contra el impacto de la lluvia, se erosionan con mucha más facilidad, es decir SE PUEDEN DESTRUIR.





Un suelo con buena estructura, necesita un mayor número de gotas para erosionarse y su desintegración es mucho más lenta o nula.

Un suelo erosionado, con muchos años de monocultivo, se desintegra más fácilmente con menor cantidad de gotas de agua, produciéndose el efecto negativo del planchado (encostramiento) y la compactación superficial. Esto conlleva a una disminución de la porosidad, que va a afectar la infiltración o movimiento del agua dentro del suelo, así como la economía del agua en general.

## ¿CUANTA AGUA RETIENEN LOS SUELOS?

La capacidad de un suelo para retener o almacenar agua va a depender del tamaño de sus partículas (textura), la forma en que se agrupan (estructura) y el contenido de materia orgánica.

Los suelos arenosos retienen cantidades de agua relativamente bajas, porque los espacios porosos son grandes y dejan que el agua drene con facilidad. Contrariamente, están los suelos arcillosos, cuyos poros son de menor tamaño y dificultan la libre circulación del agua y su infiltración hacia las capas más profundas.

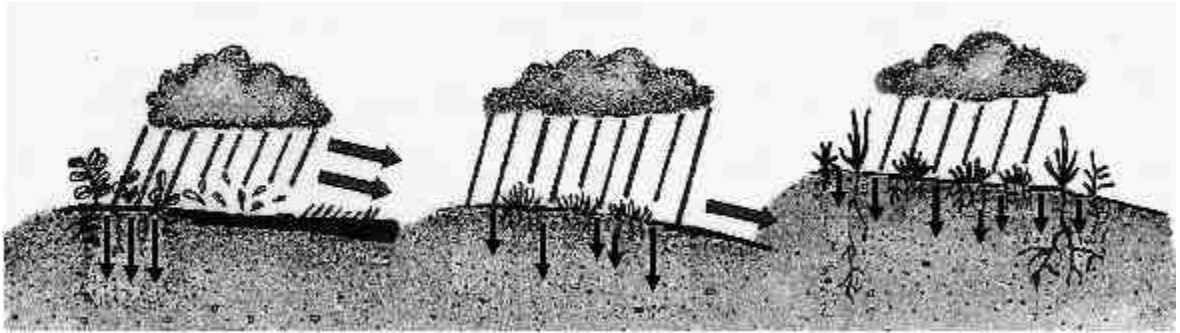
Las condiciones óptimas se encuentran cuando existe una mezcla de partículas de diversos tamaños y con alto contenido de materia orgánica, que le da estructura y estabilidad a los suelos. Recordemos que la materia orgánica, además tiene la propiedad de actuar como una esponja almacenando agua, que pondrá a disposición de los vegetales cuando éstos la requieran.

## ¿CÓMO PROTEGE AL SUELO LA CUBIERTA VEGETAL?

Si se protege la superficie del suelo con restos vegetales, por ejemplo, rastrojos de maíz, sorgo, trigo, etc., o el propio cultivo, se disminuyen los efectos del impacto de las gotas de lluvia y el viento en su faz destructiva. Esto per-

mite además, aumentar el aprovechamiento del agua, en beneficio del desarrollo y producción de los cultivos.

El buen manejo de los suelos y su cobertura, mediante rotación de cultivos, barbechos pre-



vios a las siembras y la reducción de labranzas o uso de siembra directa, le permite al productor mantenerlo en buenas condiciones físicas, químicas y biológicas para satisfacer la demanda de aire, agua y nutrientes, de los diferentes cultivos.

El cumplimiento de estas premisas, permite, un aumento de la producción, estabilidad de los rendimientos y una producción agropecuaria con crecimiento sostenido.



## EL AGUA EN LA AGRICULTURA Y SU CONSERVACION

Para obtener una buena cosecha, es muy importante la cantidad de agua que queda almacenada en el suelo a disposición de las plantas, como la cantidad de lluvia caída en la estación de crecimiento.

En un sistema de producción agrícola intervienen varios factores del suelo, de la atmósfera y de la planta, que interactúan entre sí en forma directa e indirecta sobre los cultivos (nutrientes, energía, agua, seres vivos).

Se ha estimado que para obtener una cosecha satisfactoria, por ejemplo, 4000 kg/ha de soja y 10.000 kg/ha de maíz, se necesitan más de 500 milímetros de agua disponible para el vegetal en su etapa de crecimiento.

En muchas áreas agrícolas del país, el déficit de agua no radica solamente en la escasez de las precipitaciones sino, además, en el insuficiente almacenaje de agua en el suelo, debido a alguna forma no adecuada de manejo de la infiltración y el escurrimiento. Mediciones realizadas por el INTA indican que, muchas veces, se pierde por escurrimiento más del 40% del agua de lluvia.

Si un 1mm de agua de lluvia equivale a 1 litro por m<sup>2</sup>, la lluvia caída en una hectárea equivaldrá a 10.000 litros de agua.

Tomemos a modo de ejemplo un campo de 100 hectáreas que pierde un 30% del agua por escurrimiento. Esto significará que si llueve 1mm, se escurrirán por la superficie del terreno 300.000 litros de agua. Si se considera la totalidad de las lluvias que ocurren durante 1 año y la



cantidad de campos existentes en una zona determinada o cuenca, nos encontraríamos con valores sorprendentes.

Aplicando algunas prácticas conocidas del manejo de los cultivos y técnicas de conservación del suelo y el agua, se puede aumentar la cantidad de lluvia infiltrada y almacenada en el suelo y mejorar tanto el uso del agua como la conservación del suelo, además de lograr una mayor producción, tanto en cantidad como en calidad.

Una manera muy práctica y efectiva de mejorar el aprovechamiento de las lluvias, es protegiendo la superficie del suelo con los residuos vegetales de la cosecha anterior (rastrajo), sobre todo, de aquellos cultivos que dejan grandes volúmenes de materia orgánica como el maíz y el sorgo.



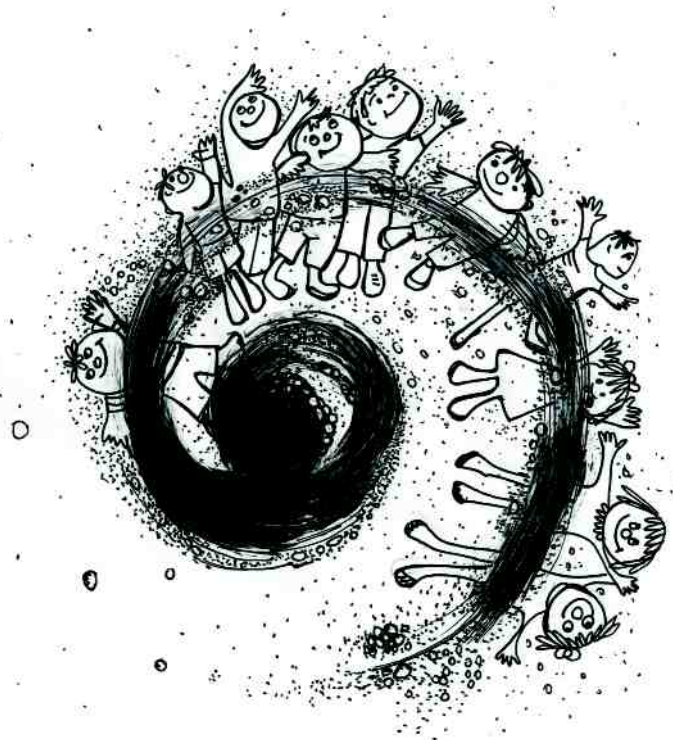
Estos residuos, protegen la superficie de la tierra, debido a que absorben la energía erosiva de las gotas de lluvia, no se destruyen los terrones y estructura del suelo, por lo tanto se limita o anula la formación de costras que dificultan la infiltración del agua y la entrada de aire al suelo.

Estas prácticas deben ser complementadas o integradas con labranzas conservacionistas, entre las que se destaca la siembra directa, porque se basan en un mínimo número de labores y el uso de herramientas específicas y la protección del suelo con cobertura vegetal.

Estas técnicas de manejo del suelo, juntamente con otras de manejo de cultivos (adecuada fecha de siembra, densidad de plantas, selección de variedades y rotaciones, fertilización, manejo integrado de plagas), deben ser consideradas y puestas en práctica para optimizar el uso del agua en un marco de producción sostenible y sustentable.

Existe una demanda constante y creciente de alimentos, tanto en cantidad como en calidad, para una población que crece progresivamente; al mismo tiempo se reconoce que el agua es la principal limitante de esta producción. Por lo tanto, el desafío es hacer un uso lo más eficiente y racional posible del recurso agua, así como conservar nuestros recursos naturales para garantizar la seguridad alimentaria local, regional y mundial.

# Material complementario del Módulo 1



## objetivo

El presente material  
es un aporte a los docentes  
para ser utilizado  
en la transferencia de  
conocimientos a los alumnos.

## ¿CÓMO SE ORIGINAN LOS SUELOS?

El suelo es un cuerpo natural que se forma, a través del tiempo, por acción de los siguientes factores:

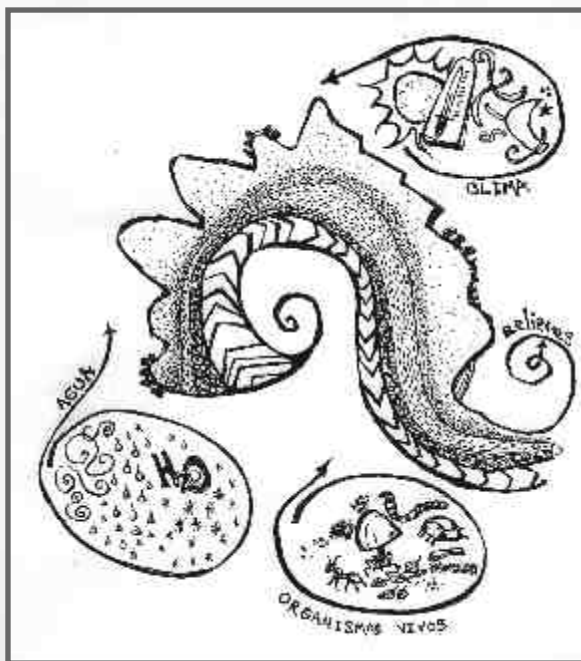
clima

relieve

agua

roca original

organismos vivos



## ¿POR QUÉ SE FORMARON LOS DIFERENTES PAISAJES?

La acción del clima, el relieve, el agua y los organismos vivos, que actuaron mediante procesos físicos, químicos y biológicos sobre la roca madre, dieron origen al suelo.

Cuando el hombre dejó de ser nómada para hacerse sedentario y convertirse en agricultor, rompió o modificó el equilibrio existente en la naturaleza, y originó paulatinos procesos de cambios, la mayoría de ellos degradativos, como son la erosión hídrica, la erosión eólica y la pérdida de fertilidad y productividad de los suelos.



## ¿CÓMO ESTÁ FORMADO EL SUELO?

El suelo está constituido aproximadamente por:

45% de material mineral

5% de material orgánico

y un 50% de espacio poroso que puede ser ocupado por el aire y el agua.

## ¿LAS PARTÍCULAS DEL SUELO SON DEL MISMO TAMAÑO?

**NO**

Las partículas que forman la fracción mineral del suelo tienen diferentes tamaños.

Las más grandes corresponden a las ARENAS.

Las intermedias al LIMO.

Y las más pequeñas a las ARCILLAS.

## ¿EXISTE VIDA EN EL SUELO?



**SI**

En el suelo habitan numerosos organismos vivos como hongos, bacterias, lombrices, e insectos, que lo enriquecen y mejoran su fertilidad, descomponiendo la materia orgánica, reciclando materiales, aireando el suelo, favoreciendo la agregación, etc.

## ¿LA MATERIA ORGÁNICA MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO?

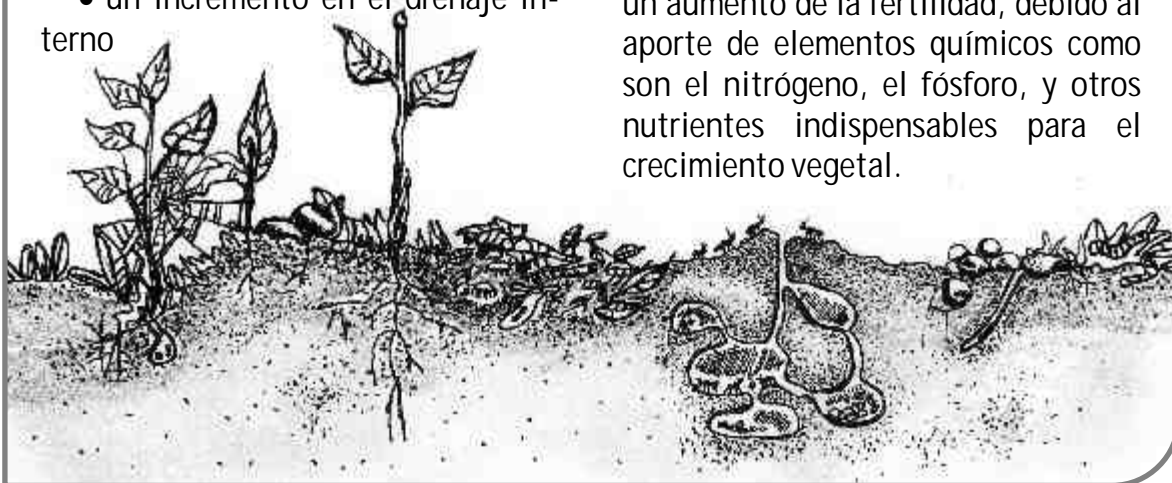
La materia orgánica o humus favorece la adhesión de las partículas de arena, limo y arcilla, agrupándolas en agregados o terrones, que constituyen la estructura del suelo.

Entre los beneficios que brinda la materia orgánica se encuentran:

- una mejor aireación del suelo
- un incremento en el drenaje interno

- un mayor desarrollo de raíces
- un aumento en el contenido de humedad, y
- una mayor resistencia del suelo a los procesos erosivos, hídricos y eólicos.

Asimismo, la incorporación de materia orgánica produce en el suelo un aumento de la fertilidad, debido al aporte de elementos químicos como son el nitrógeno, el fósforo, y otros nutrientes indispensables para el crecimiento vegetal.



## ¿CÓMO SE ORIGINA LA EROSIÓN HÍDRICA?

La erosión hídrica se produce por el impacto de las gotas de lluvia sobre un suelo sin cobertura vegetal, destruyendo su estructura, y favoreciendo su degradación, especialmente con lluvias torrenciales y terrenos desnudos con pendientes.



## ¿CÓMO SE DIFERENCIA UN SUELO RESISTENTE A LA EROSIÓN DE OTRO FRÁGIL O SUSCEPTIBLE A ELLA?

Suelo resistente a la erosión

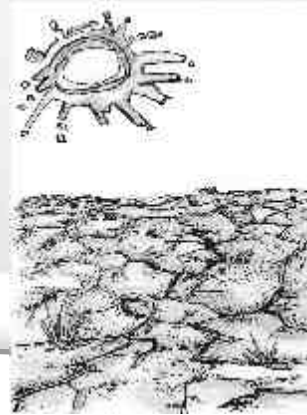


Suelo fácilmente erosionable

cubierto con vegetación  
rico en materia orgánica  
rico en nutrientes o fértil  
buena estructura  
abundante cobertura de rastrojos



sin vegetación  
pobre en materia orgánica  
pobre en nutrientes  
estructura débil o masiva  
suelo desnudo



## ¿CÓMO PROTEGE A LOS SUELOS LA COBERTURA VEGETAL?

La cubierta vegetal protege la superficie del suelo evitando que la acción del agua inicie o intensifique los procesos de degradación. La cobertura evita o reduce:

- la destrucción de los agregados o estructura del suelo
- la dispersión de las partículas de arcilla, limo y arena, y
- el posterior arrastre del suelo, originando vías de agua, zanjas, y cárcavas de erosión.

## ¿ES IMPORTANTE LA RETENCIÓN DE AGUA EN EL SUELO?



El agua es un elemento fundamental en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El suelo constituye el principal reservorio de agua, pero no todos los suelos se comportan de la misma manera.

Suelos que retienen más agua

ricos en materia orgánica  
bien estructurados  
predominan partículas pequeñas



Suelos que retienen menos agua

pobres en materia orgánica  
mal estructurados  
predominan partículas grandes (arena)

## ¿ES IMPORTANTE PARA LA AGRICULTURA LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS?



Para lograr una "AGRICULTURA SANA, con PRODUCCIÓN CONSERVACIONISTA y SUSTENTABLE" es necesario efectuar un uso racional de los suelos.

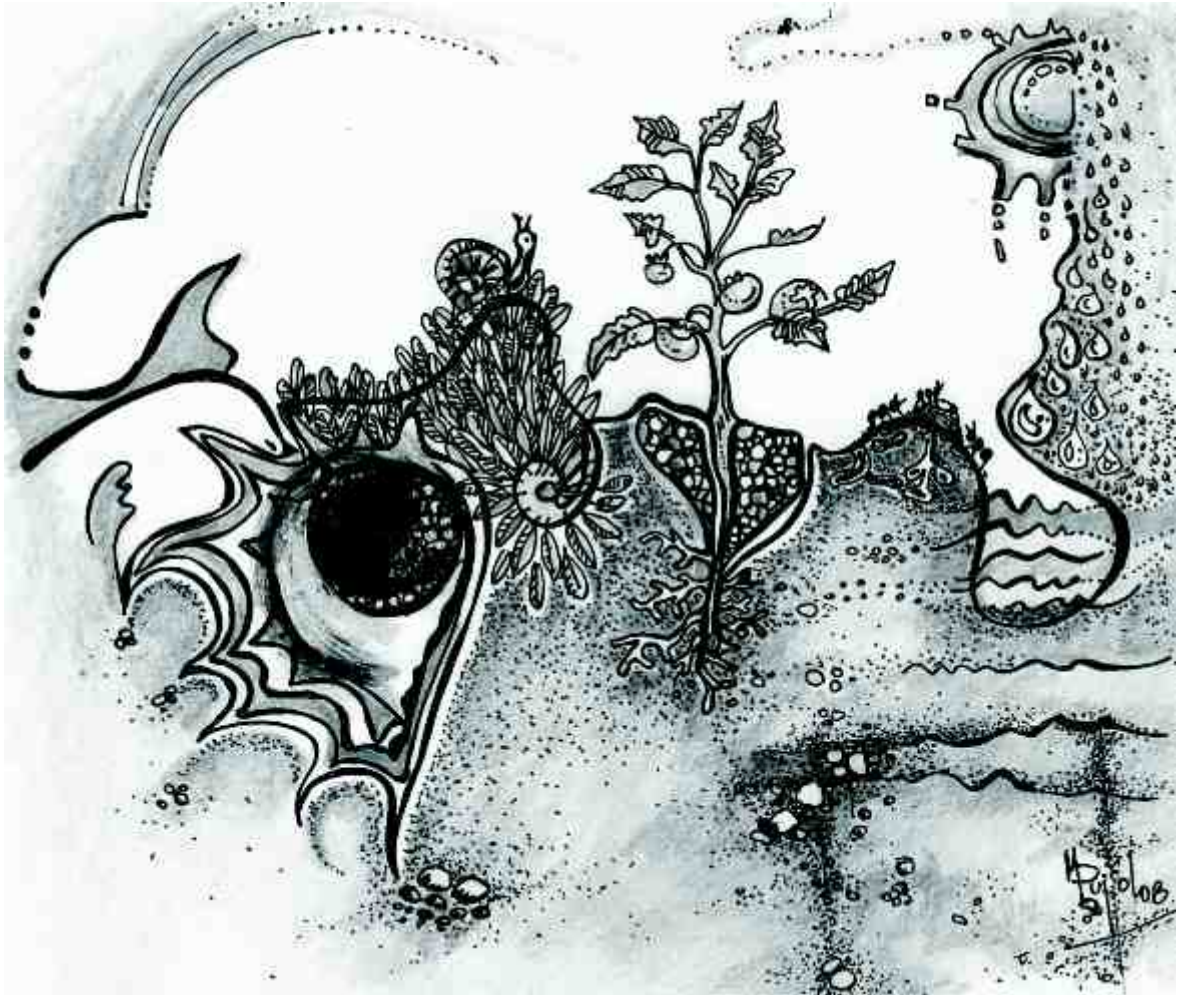
Manejo conservacionista

- suelo con cubierta vegetal
- mínimo número de labores
  - siembra directa
  - rotación de cultivos
- alternancia agrícola-ganadera
- incorporación de restos vegetales
- utilización racional de fertilizantes y agroquímicos
- trabajo y uso con humedad óptima



Manejo tradicional

- suelo desnudo
- excesivo laboreo de roturación
  - labranza tradicional
  - monocultivo
- agricultura continua
- eliminación o quema de rastrojos
- sin aplicación de fertilizantes
- uso con exceso de humedad



“Conservación es utilización racional de los recursos naturales para el bienestar de todo el pueblo”

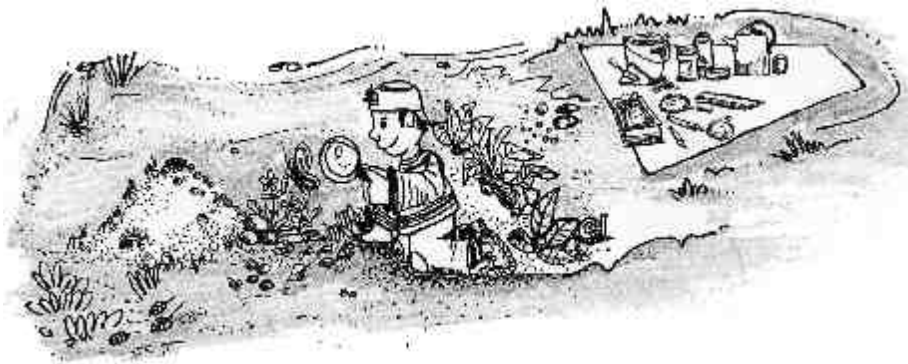
*Dr. Norman Ernest Borlaug  
Premio Nobel de la Paz 1970*





## Módulo 2

# EXPERIENCIAS TRANSFERIBLES POR LOS DOCENTES



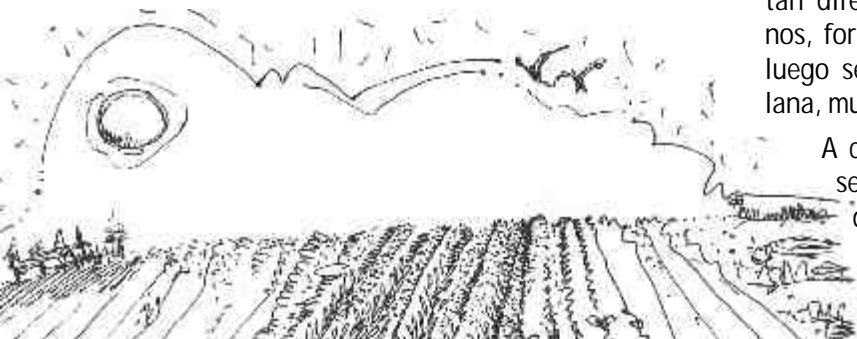
objetivo

Explicar conceptos básicos del suelo, mediante demostraciones sencillas, para ser transmitidas a los alumnos.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLO-GANADERA.

Según sus características, los suelos presentan diferentes capacidades para producir granos, forrajes, maderas y pastos, productos que luego se pueden transformar en carne, leche, lana, muebles, papel, etc.

A continuación se realizarán experiencias sencillas para aclarar conceptos básicos del suelo, que podrán ser repetidas en la escuela y se relacionan con la textura, estructura, infiltración, erosión hídrica, salinidad y fertilidad.



### ¿QUÉ ES LA TEXTURA DEL SUELO?

El suelo está formado por partículas de diferentes tamaños que, como vimos, reciben el nombre de: arena, limo y arcilla.

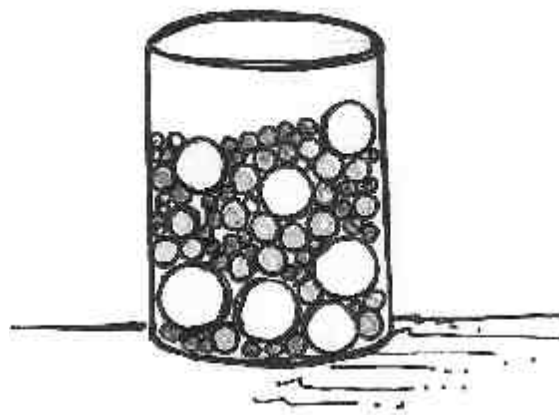
La proporción en que se encuentran estas partículas se denomina textura.

Las partículas más grandes corresponden a la arena, las más pequeñas a la arcilla, y las de tamaño intermedio al limo.

De acuerdo al porcentaje de arcilla, limo y arena los suelos se agrupan en: arenosos, arcillosos y francos.

#### Demostraciones:

1) En un recipiente transparente se pueden representar los distintos tamaños de partículas. Las esferas de tamaño más grande, corresponden a la arena, las más pequeñas a la arcilla y las de tamaño intermedio al limo.



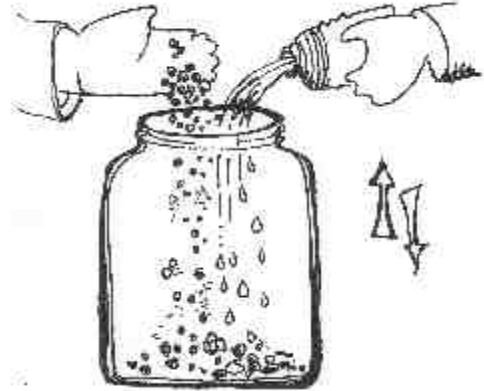
Una manera simple de realizar esta demostración es mediante esferas de "telgopor" de distintos tamaños y colores, tiñendo cada tamaño de un color bien diferente.

Otra forma de representar la textura es mediante la sedimentación de las partículas,



colocando diferentes suelos en tubos o botellas de vidrio o plástico transparente.

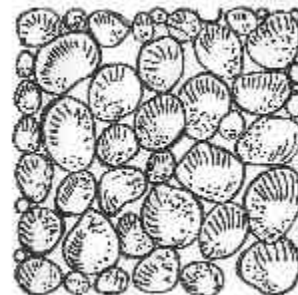
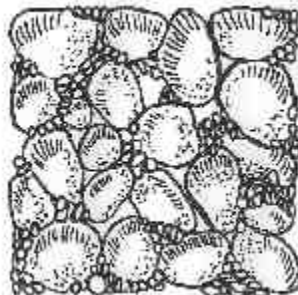
A continuación se les agrega agua, se agitan y se dejan reposar. Al cabo de varios minutos u horas se puede apreciar cómo las partículas del suelo se sedimentan y estratifican en capas según los distintos tamaños. La arena, de mayor tamaño y peso, se deposita primero en el fondo, el limo en el sector medio y la arcilla en la parte superior o se mantiene en suspensión.

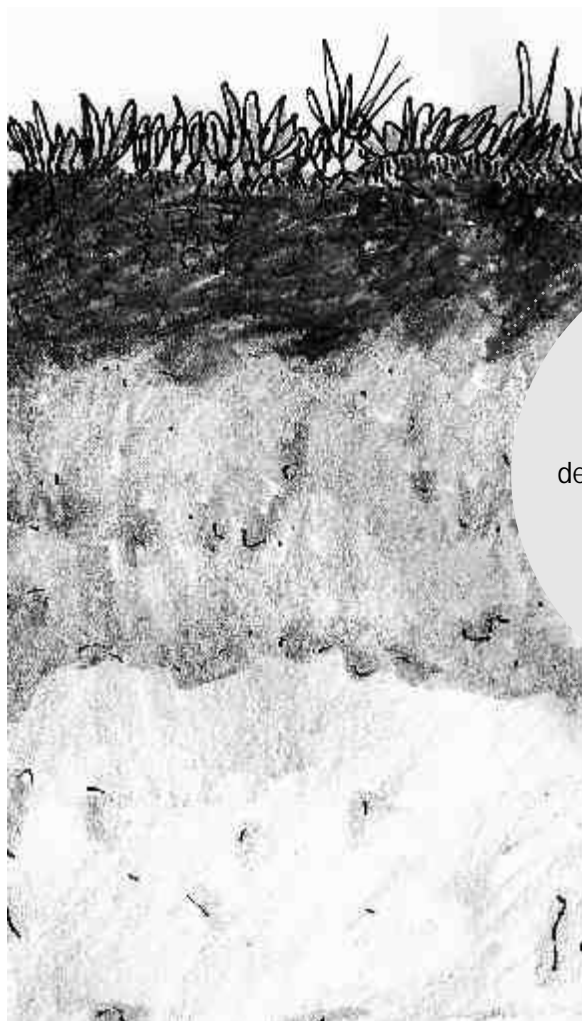


## ¿A QUÉ SE LLAMA ESTRUCTURA DEL SUELO?

La estructura es la forma en que se disponen y agregan las partículas del suelo, es decir, cómo se disponen y agregan el limo, la arena y la arcilla, unas con otras, quedando entre ambas, poros o canales por donde se desplazan el agua y

el aire. El principal elemento que ayuda a formar y mantener la estructura del suelo es la **MATERIA ORGÁNICA**. Las raíces vivas crecen en el suelo y ayudan a la agregación de las partículas, así como los restos de las cosechas son los alimen-





tos de los seres vivos del suelo que participan de la formación de estructura, aireación, intercambios y mantenimiento de la fertilidad y productividad del suelo

La estructura influye en el movimiento del agua y del intercambio del aire dentro del suelo y con la atmósfera, determinando la facilidad con que el agua se infiltra, conserva o escurre, favoreciendo la actividad biológica y la salud del suelo y, por sobre todo, el uso del agua por las plantas.

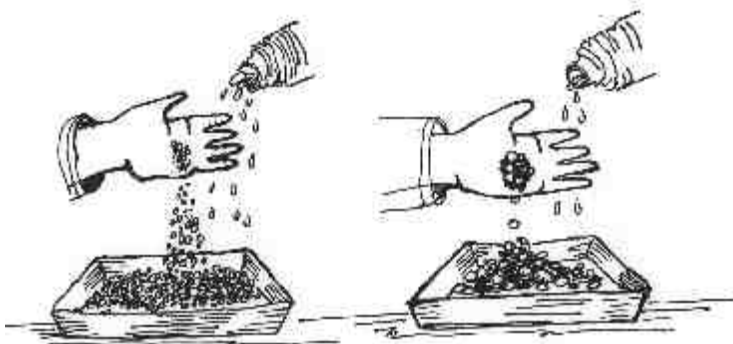
¿Cómo la podemos representar?

Para ello tomamos dos bandejas:

En una colocamos tierra de la parte superior del suelo, (de un monte o bajo un alambrado viejo), que no ha sido alterado o trabajado, de color oscuro, con terrones pequeños, y bien estructurado.

En la otra bandeja, colocamos el horizonte A o superficial de un suelo muy trabajado y degradado. Un suelo mal estructurado por exceso de trabajo, con bajo contenido de materia orgánica, que generalmente tiene coloración clara y muy baja actividad biológica. Cuando se seca, su estructura se torna dura y difícil de disgregar con los dedos, formándose terrones grandes con características masivas.

Esta práctica es aplicable a la mayoría de los suelos de la Pampa Húmeda.





## ¿QUÉ ES LA INFILTRACIÓN?

La infiltración constituye la entrada y movimiento descendente del agua, tanto de la lluvia como del riego, a través del perfil del suelo.

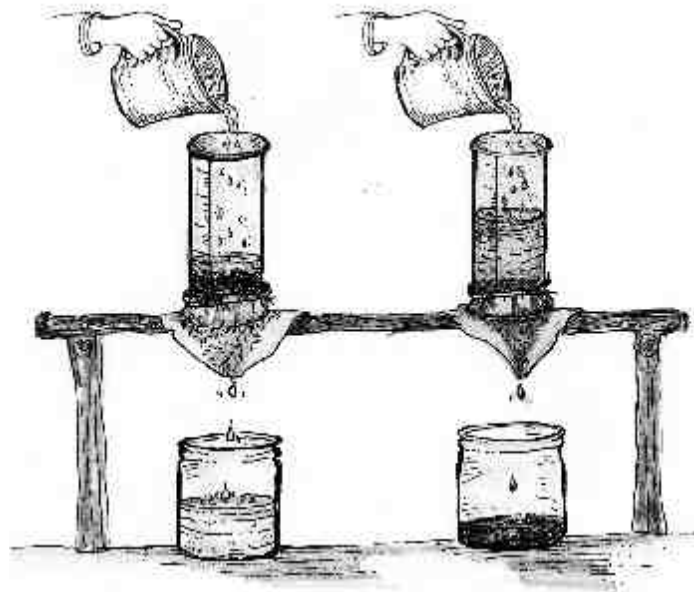
El agua que se infiltra constituye la reserva que será utilizada oportunamente por las plantas nativas, los cultivos y los seres vivos del suelo, mientras que el agua que no se infiltra, escorrirá sobre la superficie del suelo produciendo erosión hídrica.

La infiltración va a depender de las características del suelo, como son la textura, la estabilidad de la estructura, la cantidad de poros, la cobertura viva y de rastros entre otras, y de la forma, cantidad y velocidad con que cae el agua de lluvia o riego.

### Demostración práctica:

Si tomamos dos suelos diferentes, podemos observar cómo el agua se infiltra y pasa o percola a través del suelo.

Para ello, colocamos en un tubo de vidrio un suelo extraído de la superficie, oscuro, rico en materia orgánica y bien estructurado (horizonte



A, o capa arable), y en otro, un suelo supuestamente erosionado y compactado (horizonte A degradado u horizonte B).

Les agregamos agua sobre la superficie y observamos la forma en que ésta se infiltra a través del suelo.

En el primer caso, el agua se infiltra y percola con mayor facilidad, mientras que en el segundo caso sucede lo contrario.

## ¿QUÉ ES LA SALINIDAD?

Es la acumulación de sales en el suelo y da origen a los denominados suelos salinos. Las sales pueden afectar la zona explorada por las raíces y producir importante disminución del desarrollo y el rendimiento de los cultivos.

Una de las sales que más se acumula en el suelo es el cloruro de sodio, llamada comúnmente "sal común de cocina".

Para poner en evidencia los efectos de los excesos de sal en el suelo podemos realizar una experiencia simple, colocando tres suelos en diferentes macetas:

a) Un suelo no alterado por el hombre, llamado también suelo virgen (de monte o bajo alambrado viejo).

b) Un suelo erosionado, donde el subsuelo se encuentra en superficie, (sin tierra negra)

c) Un suelo salino (con agregado de 3-5 cucharaditas de sal)

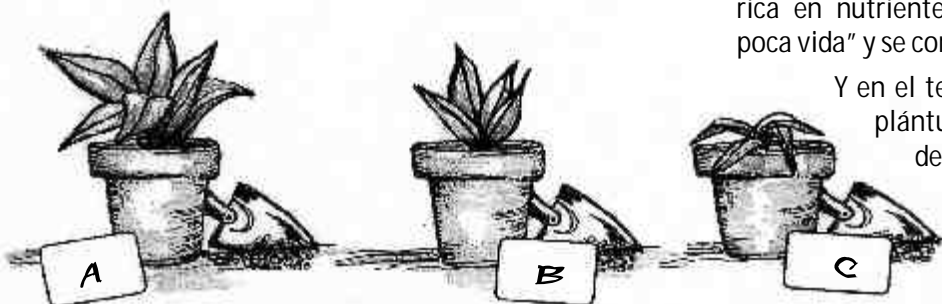
En las tres macetas se siembra trigo, maíz u otro cultivo de crecimiento rápido. Según el tipo de suelo vamos a ver el diferente desarrollo y

color del cultivo (esperar aproximadamente un mes).

En el primer caso, el crecimiento es máximo, porque es un suelo en estado óptimo, rico en materia orgánica y nutrientes, pertenece a un "suelo saludable".

En el segundo caso, el desarrollo es menor, debido a que el suelo perdió su parte superior rica en nutrientes y materia orgánica, "tiene poca vida" y se compacta.

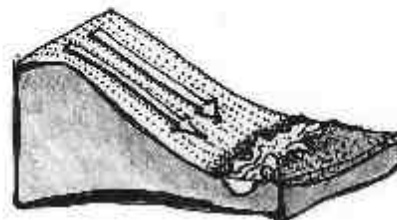
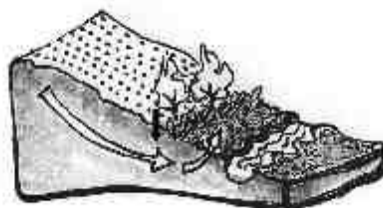
Y en el tercer caso, el desarrollo de las plántulas es muy pobre, debido a las deficientes condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo producto de su alto contenido en sales o "suelo salino".



## ¿QUÉ ES LA EROSIÓN HÍDRICA?

La erosión hídrica es la pérdida de suelo, y con ella, de minerales, materia orgánica y organismos, por remoción, transporte y depósito de las partículas, debido al arrastre producido por el agua de lluvia.

Un suelo que ha sufrido erosión hídrica disminuye la capacidad de retención y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y afecta el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, si se pierden entre 5 y 10 cm de suelo superficial, el rendimiento de maíz u otros cultivos se pueden ver seriamente reducidos. En casos extremos se deben cambiar los cultivos y hasta se vuelven campos improductivos o necesitan trabajos especiales y costosos para reparar las pérdidas.





## ¿CÓMO PODEMOS SIMULAR UNA LLUVIA Y VER CÓMO SE COMPORTA?

Mediante la utilización de aparatos sencillos podemos producir gotas de agua similares a la lluvia y con una experiencia simple, también se puede demostrar la importancia de mantener el suelo cubierto con pastos o residuos vegetales (rastros), para controlar la erosión hídrica en tierras cultivadas y con pendientes.

Esta práctica, además de evitar la pérdida de suelo, favorece la formación de estructura, la retención de humedad y mantenemos la salud del suelo.

### Demostración:

1- Como se observa en la imagen, se toman 2 cajones de aproximadamente 50 cm de largo, 30 cm de ancho y 8 cm de profundidad, se les realiza un corte en V o escotadura en uno de sus lados para facilitar el drenaje del agua a incorporar.

2- Luego, se procede a llenarlos con tierra de la parte superficial del suelo, previamente desterronada o suelta, hasta el ángulo inferior de la escotadura.

En uno de ellos, se coloca sobre la superficie del suelo panes de césped, rastrojo o cubierta vegetal.

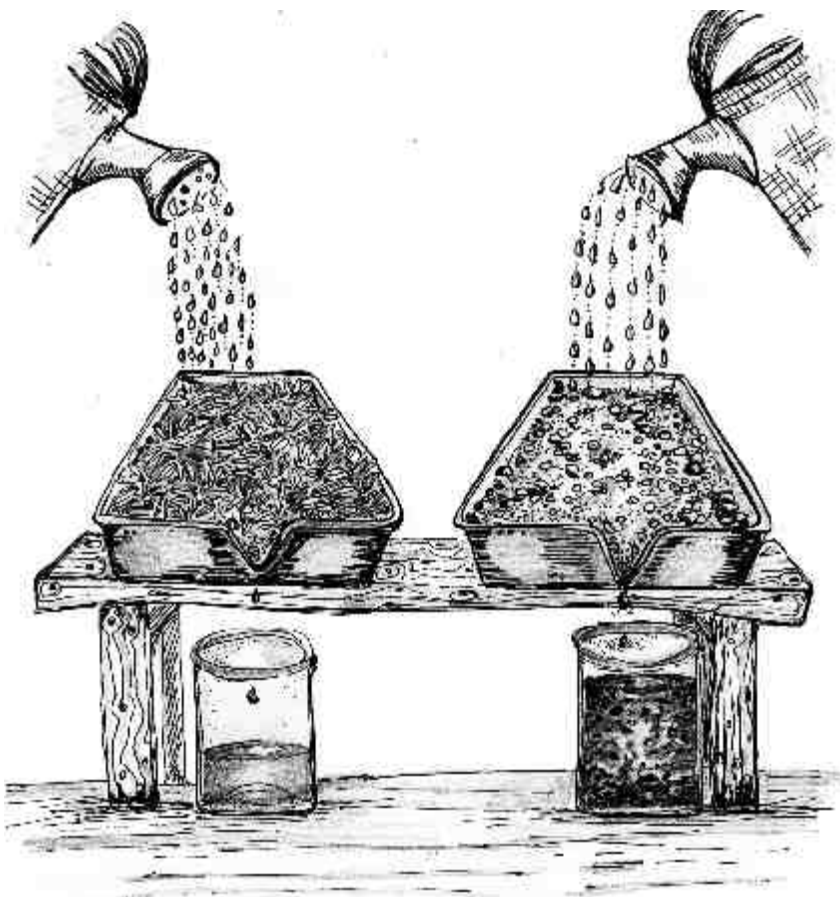
El suelo del otro cajón se deja totalmente desnudo.

3- A continuación, se inclinan ambos cajones, colocando en la parte posterior de los mismos un listón para simular cierta pen-

diente del terreno y se coloca en cada cajón, y debajo de cada ranura, un frasco de boca ancha para recibir el agua que va a drenar de ambos suelos.

4- Finalmente, se riegan ambos cajones con dos regaderas, tratando de simular una lluvia fuerte, de modo que el volumen e intensidad del agua caída sea igual para los dos suelos.

5- Momentos después, se observa que el agua recogida en el cajón cubierto con pasto o rastrojo, es límpida y en menor cantidad, mien-







tras que el agua del cajón sin cubierta vegetal, es barrosa y abundante. Esto se debe al proceso de erosión hídrica por falta de protección.

### CONCLUSIONES

La protección del suelo con una cubierta vegetal disminuye la fuerza con que impactan las gotas de lluvia, y evitan el deterioro de la estructura del suelo.

Esta simple demostración, ilustra uno de los principios fundamentales de la Conservación: La protección que la cobertura da al suelo, ya sea viva (pasto) o muerta (rastrajo), es fundamental para conservarlo contra el golpe de las gotas de lluvia y el escurrimiento del agua, e impedir que se destruya la estructura y se arrastre o erosione el suelo.



## FERTILIZANTES MINERALES Y ORGÁNICOS

### ANTECEDENTES

Cuando el hombre dejó de ser nómada para hacerse sedentario y convertirse en agricultor, se perdió el equilibrio existente en la naturaleza, entre el consumo de nutrientes que necesitan los vegetales para su desarrollo y su reposición al suelo.

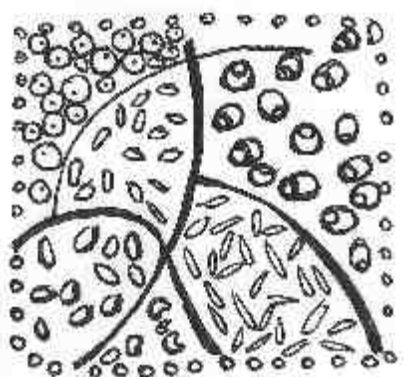
A partir de ese momento, el hombre debió pensar cómo devolver al suelo los elementos que se habían extraído del mismo y transformados en carne, leche, grano o fibra cosechados.

Posteriormente, se probó con abonos verdes, utilizando diversos cultivos que, cuando alcanzan el máximo desarrollo (biomasa), son incorporados en la "capa arable" para enriquecerla de materia orgánica que luego se convertirá en humus.

Cuando se demostró, que la planta necesita sustancias minerales para sintetizar sus principios nutritivos (fotosíntesis), se pensó en el empleo de los fertilizantes minerales.

Se experimentó entonces con diversas sales de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio y algunos microelementos como cobre, molibdeno, zinc, cobalto, hierro, manganeso y boro, en diferentes dosis, épocas de aplicación y formas de distribución e incorporación al suelo.

Al cabo de algunos años se comprobó, que los rendimientos de grano, leche o carne, podían tener importantes incrementos con el agregado de elementos faltantes, por ello los productores



Frente a esta pérdida de fertilidad se buscó restituir parte de lo extraído, incorporando a la tierra estiércol, desechos de cosecha (rastrajos) o residuos orgáni-



comenzaron a adoptar las prácticas de fertilizar sus cultivos y praderas.

Existen en el mercado de los agroquímicos una variedad de fertilizantes y abonos que pueden llegar a cubrir las deficiencias que se presentan en los suelos con aptitud agrícola, ganadera, mixta o forestal, así como la producción intensiva de frutas, hortalizas, flores, etc.

### FERTILIZANTES MINERALES

Los fertilizantes minerales se clasifican por su composición química en:

1.- Nitrogenados: Son indispensables para el crecimiento vegetal. El nitrógeno es un componente de todos los tejidos, y se encuentra además, en la clorofila y en los meristemas de crecimiento.

2.- Fosfatados: La acción del fósforo en la planta es múltiple. Se encuentra en el núcleo de las células y es responsable de los procesos reproductivos. Además, actúa en el crecimiento de las raíces y le confiere a los vegetales resistencia a las heladas y enfermedades.

3.- Potásicos: El potasio interviene en la función de la clorofila, favoreciendo la síntesis de los azúcares y su migración a las áreas de reserva de la planta.

4.- Elementos menores: Son necesarios y actúan en el metabolismo de las plantas en pequeñas cantidades, enzimas u hormonas vegetales.

5.- Calcio, azufre, magnesio y sodio: Estos elementos se conocen como secundarios y son de suma importancia en el crecimiento y desarrollo vegetal, su deficiencia puede ocasionar

efectos negativos en la producción de los cultivos. Los fertilizantes, en su mayoría son sólidos y se aplican como "gránulos", pero también existen fertilizantes líquidos o foliares.

### ABONOS DE ORIGEN ORGÁNICO

Son los abonos provenientes de los organismos vivos. Se caracterizan por ser enriquecedores de nitrógeno, además de actuar beneficiosamente en la física del suelo (humus), favoreciendo la estructuración del mismo.

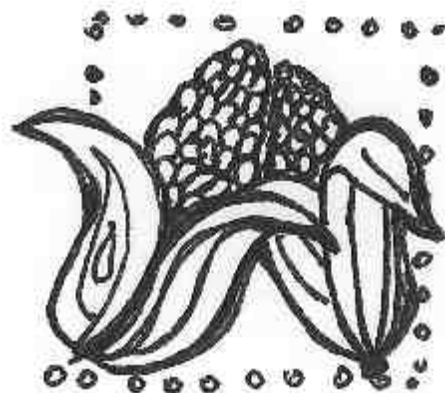
Los abonos orgánicos o productos derivados de la actividad biológica, se dividen en:

1.- Animal: Estiércol (de vacunos, caballos, aves, cabras, etc.), subproductos de frigoríficos, harina de hueso, sangre desecada.

2.- Vegetal: Residuos vegetales, abonos verdes, subproductos de la industria, compost y desechos vegetales tratados con lombrices (californianas).

3.- Biológicos: Son varios y se aplican con Rhizobios a las semillas de leguminosas para la fijación de nitrógeno.

4.- Mixtos: Residuos domiciliarios tratados, mezclas de los anteriores.





### DEFICIENCIA DE ELEMENTOS MINERALES Y DOSIS

Para saber que elemento se encuentra en deficiencia y poder elegir el abono más conveniente y la dosis a incorporar, es necesario conocer los antecedentes del lote, la fertilidad potencial de

la "capa arable" (análisis químico) y el cultivo que se quiera sembrar.

El abono o fertilizante, para que sea eficientemente uti-

Lo más conveniente es consultar con un profesional para lograr los máximos rendimientos conservando los recursos naturales para las futuras generaciones.

### APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

lizado debe encontrarse localizado en una zona cercana a las raíces, para que sea absorbido por la planta cuando lo requiera sin tener que gastar mucha energía .

El tipo de maquinaria utilizada en la aplicación del fertilizante dependerá principalmente del cultivo, del sitio donde se quiera agregar el producto (cobertura total o localizado) y de la presentación comercial si es líquida, gaseosa o sólida (polvo o granulado).

El momento adecuado de aplicación depen-

### ÉPOCA DE INCORPORACIÓN AL SUELO

derá de la rapidez del producto en disolverse, para que quede a disposición de las plantas y sea absorbido fácilmente por las raíces.

La investigación y la experimentación tienen logros continuos, por ello se debe consultar a los profesionales especializados para lograr aplicar los mejores conocimientos para una producción y desarrollo sostenido.





## GLOSARIO

Con la finalidad de interpretar mejor el significado de los términos técnicos utilizados, se incluye una definición de los mismos.

### a

**Abonos verdes:** Cultivo que no se cosecha y es incorporado al suelo o dejado en superficie con la finalidad de protegerlo y enriquecerlo de materia orgánica.

**Agregación:** Unión de las partículas primarias del suelo en estructuras (agregados), con una cohesión que les da estabilidad.

**Agricultura continua:** sucesión de cultivos agrícolas por períodos largos de tiempo, sin efectuar rotaciones agrícola-ganaderas, que permitan el descanso y la recuperación de los suelos.

**Agua disponible:** Agua existente en el suelo fácilmente absorbida por las plantas.

**Aireación:** Proceso por el cual el aire y otros gases se renuevan en el suelo, dependiente mayormente del número, tamaño y distribución de los poros.

**Almacenamiento:** Acumulación de agua en el suelo hasta una profundidad que pueden explorar las raíces.

**Arado de cinceles:** Herramienta de labranza vertical que afloja el suelo sin invertir el "pan de tierra".

**Arado de rejas:** Implemento utilizado para roturar el suelo que invierte el pan de tierra,

dejando la superficie desprovista de cobertura vegetal.

**Arcilla:** Partícula mineral del suelo de tamaño inferior a 2 micrones (0,002 mm). Constituye la fracción mineral más fina del suelo.

**Arena:** Partícula mineral del suelo de un diámetro superior a los 50 micrones (0,05mm) y no mayor de 2 milímetros.

### b

**Barbecho:** Práctica agrícola que consiste en dejar la tierra sin sembrar, en descanso, para restablecer la fertilidad del suelo, controlar las malezas y/o acumular humedad.

**Biomasa:** Cantidad de materia orgánica producida en un área determinada.



C

**Cárcava:** Zanja ancha y profunda producida por el agua de lluvia al erosionar el suelo.

**Compactación:** Alteración de la estructura del suelo disminuyendo la porosidad y la permeabilidad.

**Costra:** Capa delgada, endurecida, quebradiza e impermeable que se forma, después de lluvias intensas, en suelos degradados y pobres en materia orgánica.

d

**Degradación:** Alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo, que afectan los usos de las tierras y los rendimientos de los cultivos.

**Dispersión:** Ruptura de los agregados del suelo.

e

**Elementos nutritivos:** Ciertos minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etc) existentes en el suelo, en fertilizantes y abonos, indispensables para las plantas y los microorganismos.

**Erosión:** Remoción y transporte de las partículas y agregados del suelo, por acción del agua (erosión hídrica) o por el viento (erosión eólica).

**Escurrimiento superficial:** Eliminación del agua que fluye sobre la superficie.

**Especie perenne:** Que vive dos o más años (por ej. alfalfa).

**Estructura:** Disposición y agregación de las partículas del suelo (arena, limo y arcilla), que puede ser modificada por la materia orgánica, las raíces, los insectos, lombrices, animales cavadores y el manejo del suelo.

f

**Fertilizante o abono:** Sustancia o mezcla de sustancias que se aplican en el suelo para estimular el crecimiento y la productividad vegetal. Induce a cambios favorables de origen físico, químico o biológico en suelos deficitarios de elementos nutritivos.

h

**Horizonte A:** material mineral superficial de máxima acumulación de materia orgánica. Se lo designa

comúnmente como tierra negra, arable.

**Horizonte B:** material mineral subsuperficial donde se acumula la mayor parte de las arcillas.

**Horizonte C:** material mineral generalmente suelto y sin estructura, situado por debajo del horizonte B. En muchas lomadas pampeanas, este horizonte es el loess pampeano, material originario del suelo.

**Horizontes:** Capas del suelo aproximadamente paralelas a la superficie (A-B-C), cuyas





características han sido determinadas por los procesos que dieron origen a la formación del suelo.

**Humus:** Materia orgánica que ha llegado a un estado más o menos estable por descomposición y resíntesis de los microorganismos del suelo. Se caracteriza por el color oscuro y el alto contenido de nitrógeno.

## i

**Infiltración:** Entrada y movimiento descendente del agua a través de los poros del suelo.

**Intersiembrar de pasturas:** Siembra directa de forrajeras sin labranza previa, para mejorar la calidad y cantidad de pasto.

## l

**Labranza cero:** Sistema de siembra sin laboreo para la implantación de cultivos.

**Labranza convencional:** Roturación del suelo con arado de reja y posterior refinado con rastra de discos y dientes.

**Labranza vertical:** Utilización de arado de cinceles para producir la roturación y aflojamiento de la capa arable sin inversión del pan de tierra.

**Limo:** Partícula mineral del suelo de tamaño intermedio entre la arcilla y la arena, con un diámetro entre 2 y 50 micrones.

**Loess pampeano:** Sedimento de grano fino, transportado por los vientos del oeste desde las regiones cordilleranas y depositado en la Región Pampeana, a veces, de varios metros de espesor.

## m

**Manejo del suelo:** Preparación y acondicionamiento del suelo para la producción.

**Materia orgánica:** Material constituido por residuos vegetales, animales y organismos del suelo en diferentes estadios de descomposición.

**Monocultivo:** Repetición del cultivo durante varios años.

## p

**Partículas:** Fracción mineral de distintos tamaños: arena, limo y arcilla.

**Pastura:** Cultivo de especies forrajeras o comunidad vegetal, para alimento del ganado en pastoreo directo.

**Pendiente:** Inclinación o desnivel del terreno, se expresa en %.

**Percolación:** Movimiento descendente del agua a través del perfil del suelo.

**Perfil del suelo:** Corte vertical desde la superficie hasta el material originario. En la Región Pampeana este material se encuentra generalmente entre 1,50 y 2,50m. La secuencia de capas u horizontes del perfil reciben el nombre de horizontes A, B y C.

**Permeabilidad:** Movimiento del agua y/o del aire dentro del perfil del suelo, tanto en sentido vertical como horizontal.

**pH:** Mide la acidez o alcalinidad del suelo. Un pH 7 indica que el suelo es neutro. Valores más bajos indican suelos ácidos y valores más altos suelos alcalinos.

**Piso de arado:** Capa endurecida que se forma a la profundidad corriente de labranza.

**Planchado:** Costra alisada por efecto de las lluvias. Generalmente se produce por efecto del secado del suelo, después de una lluvia.

**Porosidad:** Espacios libres en y entre los agregados del suelo.

## r

**Rastrojos:** Residuos vegetales, que quedan en el lote después de la cosecha.

**Residuos de cosecha:** Ver rastrojos.

**Residuos orgánicos:** Conjunto de materiales (restos vegetales, estiércol y otros derivados orgánicos) que existen o se agregan en la superficie del suelo.

**Roca madre:** Material del que se originan los suelos.

**Rotación agrícola-ganadera:** Alternancia de cultivos anuales para granos y pasturas.

**Rotación de cultivos:** Sucesión de cultivos en un mismo terreno.

## S

**Salinización:** Proceso de acumulación de sales que perjudica el desarrollo de los cultivos.

**Siembra directa:** ver labranza cero.

**Susceptible a la erosión:** Suelo que tiene alta probabilidad a erosionarse debido a la pendiente, bajo contenido de materia orgánica y a su escasa estructuración.

## t

**Textura:** Proporción en que se encuentran las partículas de arena, limo y arcilla.

**Textura fina o arcillosa:** Predominan las partículas de arcilla.

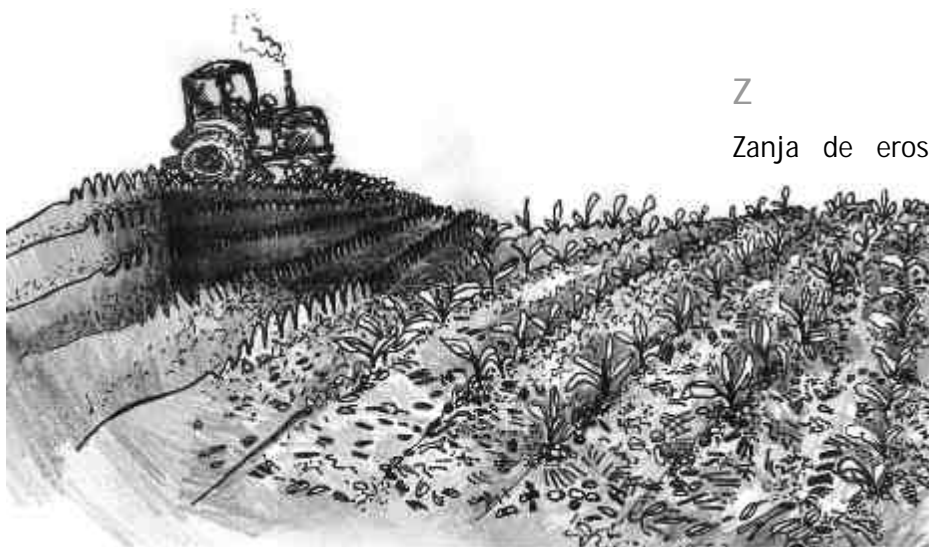
**Textura franca:** Suelo que presenta un equilibrio entre las partículas..

**Textura gruesa o arenosa:** Predominan las partículas de arena.

**Textura media o limosa:** Predominan las partículas intermedias o limo.

## Z

**Zanja de erosión:** Excavación larga y angosta, producida por el arrastre de las partículas del suelo por acción del agua de escurrimiento.





## BIBLIOGRAFÍA

- Bot, A. y Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter. FAO, Soil Bulletin 80. Roma, 80p.

- De Bueno, M. A y Casas, R. R. 1996. "El desarrollo sustentable de la Región Chaqueña". Para docentes del 3er Ciclo del C.G.B. GÉNESIS, Castelar. Provincia de Buenos Aires.

- FECIC - PROSA. 1988. "El deterioro del ambiente en la Argentina". Centro para la Promoción de la Conservación del Suelo y del Agua. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires. 497pp.

- Fuensalida, R. y Gil, R. 1999 "¿Cómo se formaron nuestros suelos?" E.E.A.-INTA. Manfredi. Guía didáctica. Provincia de Córdoba.

- Gargicevich, A. y Massoni, S. 1990. "Manual de Agricultura Conservacionista". PAC-INTA. Provincia de Buenos Aires.

- INTA. 1990. "Paquete Didáctico Conservacionista". PAC- INTA, Casilda y Oliveros. - Pergamino. Provincia de Buenos Aires.

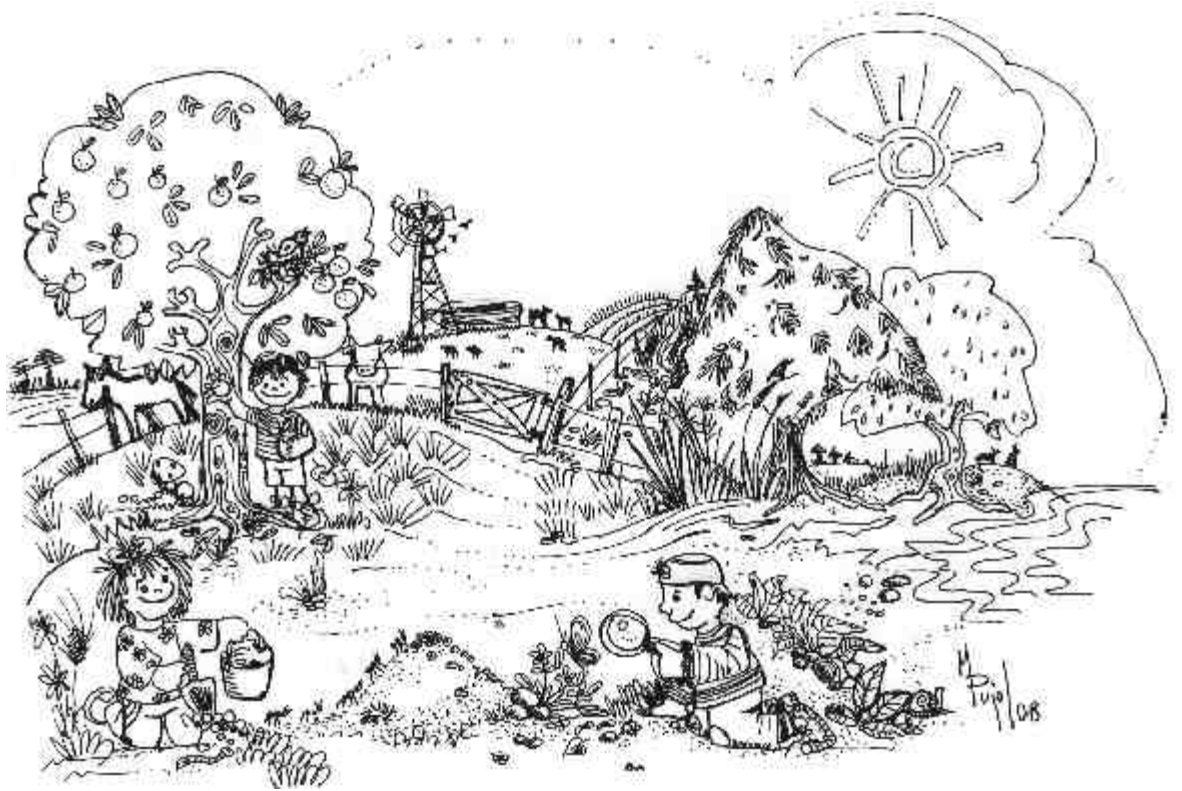
- INTA. 1995. "Guía Didáctica para Docentes". Conservación del Suelo. Instituto de Suelos-CIRN. INTA Castelar. Provincia de Buenos Aires.

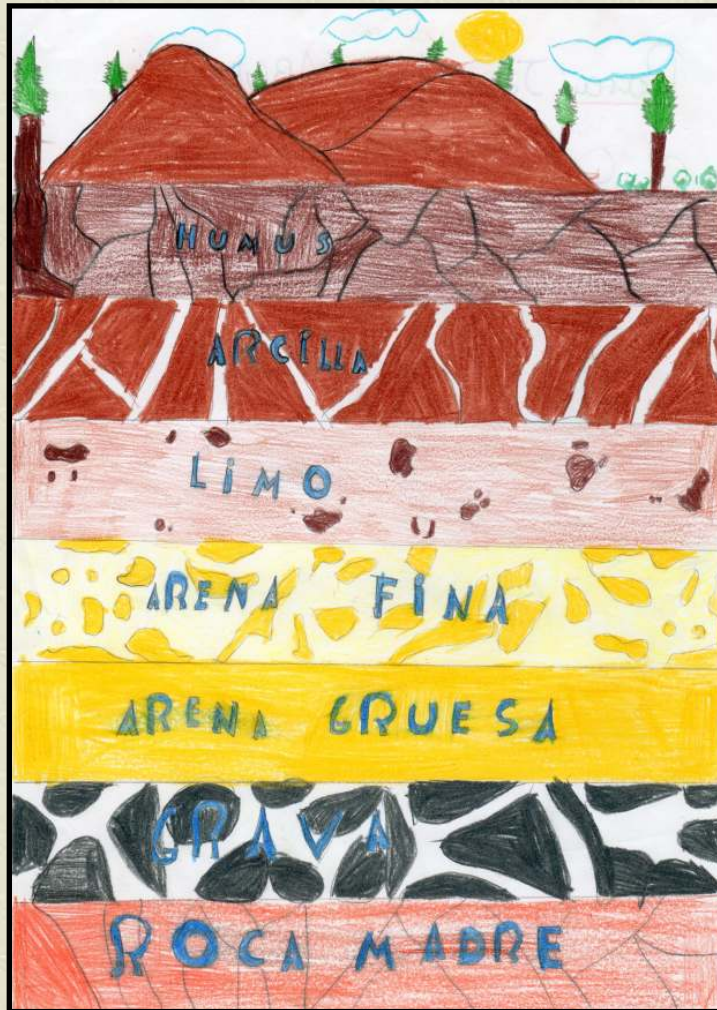
- Olivares, R. et al. 1990. "Folleto serie suelos". Ministerio de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Dirección de Suelos. Resistencia. Provincia del Chaco.

- Panigatti, J.L., Buschiazzi, D. y Marelli, H. (Ed). 2001. Siembra Directa II. INTA. Buenos Aires. 377 p.

- SAGyP. 1995. "El deterioro de las tierras en la República Argentina". Alerta Amarillo. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Consejo Federal Agropecuario. Buenos Aires.







Dibujo realizado por M. Delfina Fioramonti P., 4° grado - 10 años  
Escuela de La Plaza, Rafaela (Santa Fe)