

---

**1. Introducción**

Desde hace cientos o tal vez miles de años, el hombre ha buscado siempre encontrar y aprovechar las mejores condiciones productivas, de fertilidad y las características de los suelos que le permitieran conocer cuales son los cultivos más convenientes o que se adaptaran mejor en cada zona, aunque a menudo sin racionalizarlo. Seguramente esto lo ha hecho al principio en una verdadera búsqueda de lo mejor para alimentarse y luego progresivamente, también para poder acceder a mejores condiciones comerciales y de competitividad frente a otros productores agrícolas.

En todos los tiempos y lugares, los agricultores se han esforzado en obtener siempre las cosechas más abundantes y de mejor calidad, de acuerdo al conocimiento y las tecnologías disponibles en cada momento y lugar. Plantaban sus cultivos en los suelos que les parecían más adaptados para tales fines. Dicho de otro modo, en los suelos que representaban para esos cultivos, una verdadera "aptitud" productiva. Esto nos lleva a diferenciar entonces, dos conceptos distintos:

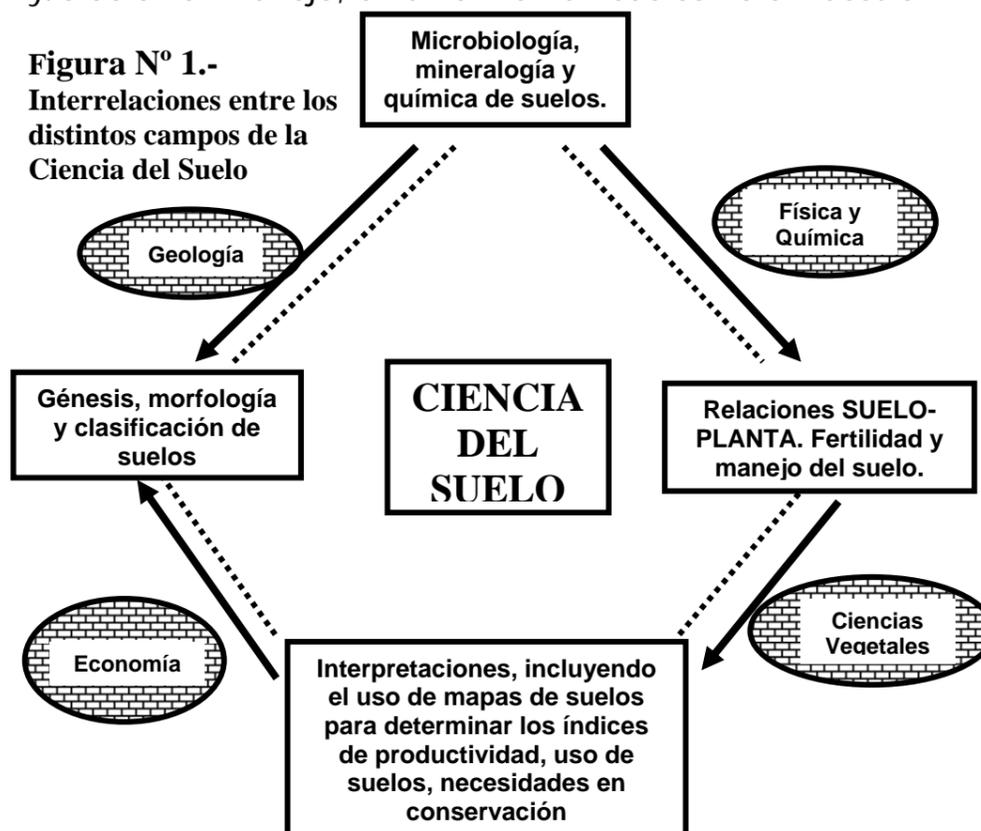
❖ **APTITUD CULTURAL DE UN SUELO** → soporte mecánico o físico de las plantas.

❖ **TIPO DE SUELO** → sustento nutritivo para las plantas, concepto relacionado con la fertilidad de los suelos.

Existe una verdadera relación entre: **CLIMA–SUELO–PLANTA** y teniéndola en cuenta, vemos que el suelo interviene también

como intermediario entre el CLIMA y la PLANTA, aumentando o disminuyendo los efectos del primero sobre la segunda. Así un suelo arenoso y permeable, favorecerá el desarrollo de cultivos sensibles a los excesos de humedad. Inversamente, en un clima seco un suelo arcilloso conservará mejor la humedad, conviniendo mejor a los cultivos que exigen una alimentación sostenida y abundante en agua. Sin embargo, se puede convertir en perjudicial y/o de difícil manejo, en un clima húmedo como el nuestro.

**Figura N° 1.-**  
**Interrelaciones entre los**  
**distintos campos de la**  
**Ciencia del Suelo**



**Fuente:** Esquema de Pierre (1958). Relation of Soil Classification to Other Branches of Soil Science. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22:161-17<sup>a</sup>.

Sin duda el clima es el que reparte las poblaciones vegetales en el mundo, incluyendo por supuesto a los cultivos. Pero dentro de cada zona geográfica, la naturaleza de los suelos, es el factor más importante, sobre todo en las regiones climáticas que toleran una gran variedad de cultivos, como es el caso del Uruguay, para determinar la vegetación predominante.

Dos suelos separados en el espacio (no adyacentes) pertenecen al mismo tipo, cuando tienen los mismos caracteres y propiedades, misma tendencia evolutiva, mismo comportamiento frente a los agentes del medio y bajo un mismo clima, la misma aptitud cultural.

Como veremos, para los agrólogos el suelo está formado solamente por los primeros 0,30 m hacia abajo desde la superficie de la tierra, en forma aproximada, es decir el espesor trabajado por los instrumentos de labranza de uso corriente, como el arado por ejemplo. Sin embargo hay que diferenciar también otros instrumentos, que trabajan a diferentes profundidades de la nombrada (por arriba y/o por debajo de ella) como las rastras o los cinceles y subsoladores, que en este caso no invalidan la definición.

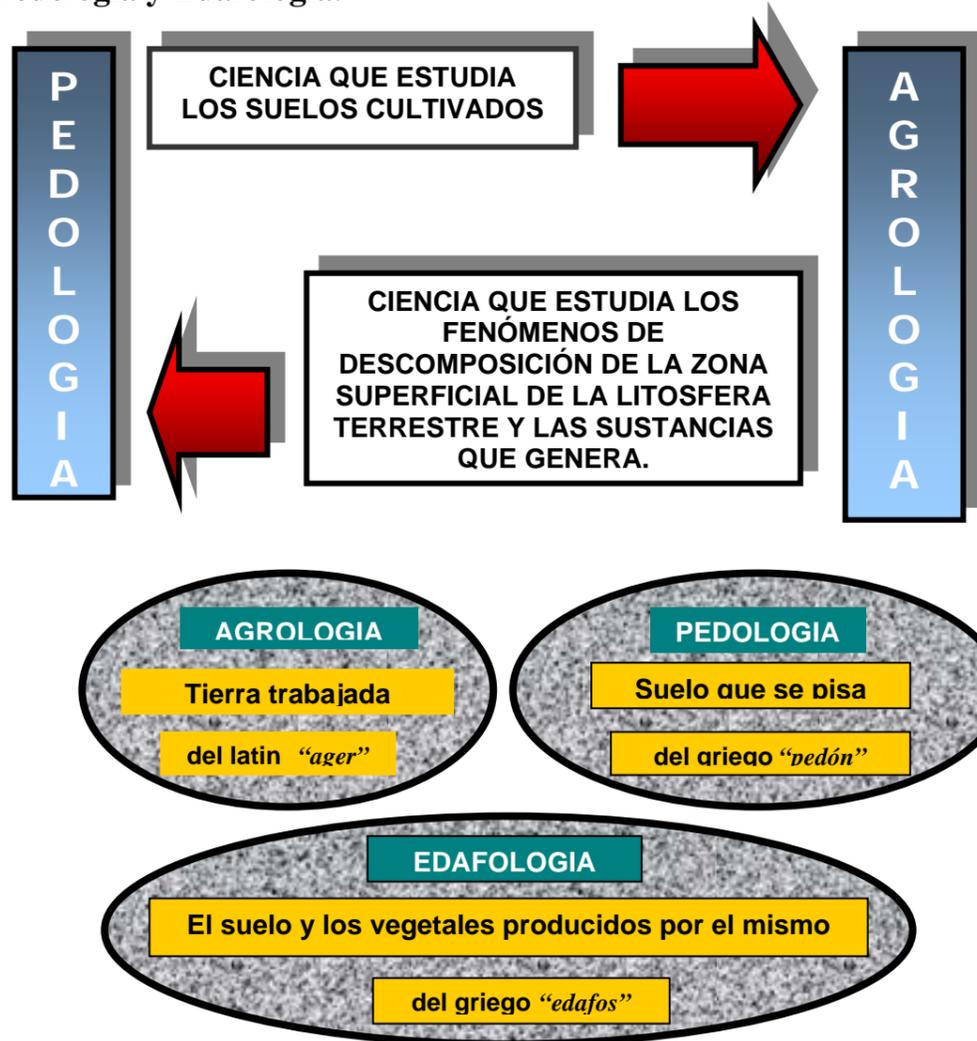
Para los pedólogos, por el contrario, el suelo es esencialmente una formación natural que soporta toda la vida vegetal y los suelos cultivados, no son entonces, más que un caso particular. De otra manera, los suelos no cultivados, por ejemplo del desierto o bajo las selvas vírgenes intocadas por el hombre, no tendrían "existencia oficial". Para éstos, es entonces un producto bioquímico natural modificado por la meteorización, o sea considera al suelo como un cuerpo natural y profundiza menos en su utilización práctica.

Para los edafólogos además de contemplar los aspectos anteriores, es un hábitat para el desarrollo de las plantas o sea los estudian también desde el punto de vista de su producción. Sin lugar a dudas es esta última interpretación la más completa y es la que tendremos en cuenta en nuestro análisis.

Desde el punto de vista etimológico, las diferencias entre

agrológica, pedológica y edafológica, podrían ser observadas en los esquemas siguientes:

**Figura N° 2.- Características y diferencias entre Agrológica, Pedología y Edafología.**



Fuente: Elaboración propia

## 2. Generalidades

*El SUELO "es el medio natural dónde crecen y se desarrollan los vegetales"* que el hombre necesita para obtener:

- Medicinas
- Fibras
- Alimentos
- Energía
- Madera para: la construcción, papel, construcción y mueblería
- La depuración del aire por medio de los ciclos atmosféricos

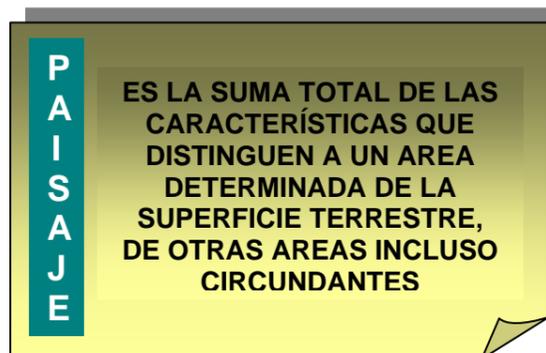
Este concepto que define características prácticas o utilitarias de los suelos, no los define en particular como se verá más adelante, por lo que deberemos hacerlo necesariamente de otra forma y desde otros puntos de vista.

Los vegetales necesitan también otros elementos, además de los que le proporciona el propio suelo. Tales **RECURSOS NATURALES**, son el aire, el agua y la propia energía solar.

El suelo es muy fácilmente destructible y en la mayoría de los casos, tal proceso es irreversible o se necesitan muchos años para revertirse, siendo además de muy alto costo hacerlo. La reconstrucción natural de suelos destruidos por la acción del hombre, por la deforestación, erosión, desertización, salinización etc, desde el punto de vista geológico, lleva decenas, centenas, o quizás miles de años. De estas ideas, surge la importancia y necesidad de la preservación de todos los suelos del planeta.

### 3. El suelo como elemento del paisaje

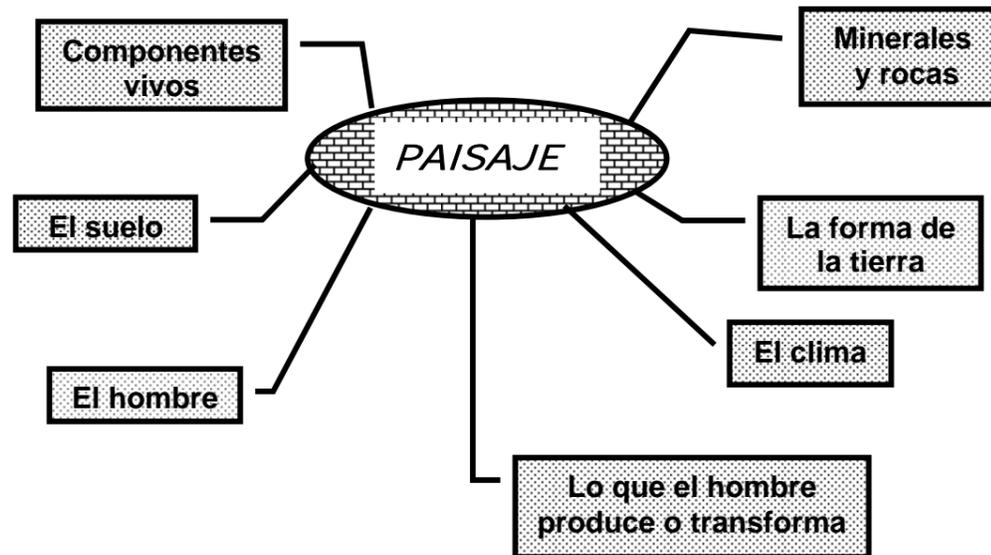
El **SUELO**, tal como lo conocemos, lo considera-



mos un elemento más del paisaje de este Planeta Tierra, pudiendo definir el **PAISAJE** como la suma total de las características que distinguen a un área determinada de la superficie terrestre, de otras áreas incluso circundantes.

Según nos informa WIKIPEDIA, en su enciclopedia libre: entendemos por paisaje *"cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el espacio"*. *"El paisaje se define por sus formas, naturales o antrópicas. Todo paisaje está compuesto por elementos que se articulan entre sí. Estos elementos son básicamente de tres tipos, abióticos, bióticos y antrópicos, que aparecen por la acción humana. Determinar estos elementos es lo que constituye el primer nivel del análisis geográfico"*.

Figura N° 3.- Principales constituyentes del paisaje



Pero además del propio suelo, también forman parte del paisaje:

### **3.1. Los minerales y las rocas**

La porción sólida de la tierra está compuesta por rocas de muy diferentes tipos, que son combinaciones físicas de los minerales. Las rocas generalmente influyen en la forma y en otras características del paisaje.

Los agentes de alteración (agua, hielo, temperatura, viento etc) afectan en mayor o menor grado, según la fuerza o intensidad y duración del ataque, las rocas de la superficie terrestre.

El tipo de mineral contenido en las rocas influye en:

- a) Sus propiedades físicas y químicas
- b) La velocidad de alteración de las rocas
- c) La naturaleza de los productos resultantes de la alteración

### **3.2. La forma de la tierra**

La forma de la tierra es considerada la característica más permanente y estable del paisaje. Incluye entre otras:

- ⊗ Las cordilleras y cadenas montañosas (montañas, picos, volcanes, zonas precordilleranas).
- ⊗ Los estuarios, pantanos, ciénagas y marismas.
- ⊗ Los cerros, montes, cuchillas y quebradas.
- ⊗ Los cursos de agua de cualquier magnitud.
- ⊗ Las llanuras y valles.
- ⊗ Los lagos y lagunas.
- ⊗ Los desiertos y sabanas.
- ⊗ Las selvas tropicales y bosques fríos.
- ⊗ La estepa y la tundra helada.
- ⊗ Los deltas de los ríos.
- ⊗ Los mares y océanos.
- ⊗ Las islas e islotes.
- ⊗ Los golfos, bahías y barras costeras.

Podría decirse que diferentes formas de paisaje están asociadas a distintos tipos de suelos. Así los valles en general presentan suelos más profundos y fértiles (y han sido usados por el hombre desde tiempos inmemoriales para la agricultura, por sus mejores aptitudes) que las laderas escarpadas, con suelos superficiales. Sin embargo, en regiones carentes de otras alternativas, éstas han sido modificadas para aprovecharlas, por ejemplo, con cultivos en terrazas en Asia y otros continentes.

Pero la forma de la tierra no es del todo inmutable, sino que se encuentra sujeta a cambios a causa de la erosión geológica natural que nivela y suaviza los paisajes y más modernamente, como efectos más localizados, observamos incluso las acciones del propio hombre. Decimos entonces que ***la forma de la tierra es un componente dinámico del paisaje, pero cambiante en términos de edad geológica*** (miles de años).

### **3.3. El clima**

El clima modifica la forma de la tierra en el transcurso de miles de años. El resultado de estos cambios varía de una región climática a otra. Aunque el material geológico sea el mismo en ambas.

Hay zonas en el Planeta Tierra, con muy alta precipitación anual. Tal es el caso de las zonas comprendidas dentro del llamado trópico húmedo (por ejemplo la cuenca del Río Amazonas, compartida entre el Brasil y algunos países vecinos). En tanto, otras carecen prácticamente de lluvias como los grandes desiertos de nuestro planeta: Atacama en América del Sur, Gobi en Asia, Sahara en el Africa etc. Y aún existen otras en que su única precipitación, la constituyen la nieve y el hielo, como en el Artico o la Antártida (Polos Norte y Sur respectivamente).

La temperatura también varía mucho a lo ancho y a lo largo del planeta. Existen regiones con temperaturas más bien uniformes, sin grandes fluctuaciones todo el año, mientras que hay otras con considerables variaciones estacionales o aún diarias (diferencias

entre temperaturas nocturnas y diurnas). Hay áreas con temperaturas muy altas y otras con temperaturas muy bajas, ambas con escasa actividad biológica, por ser casos extremos.

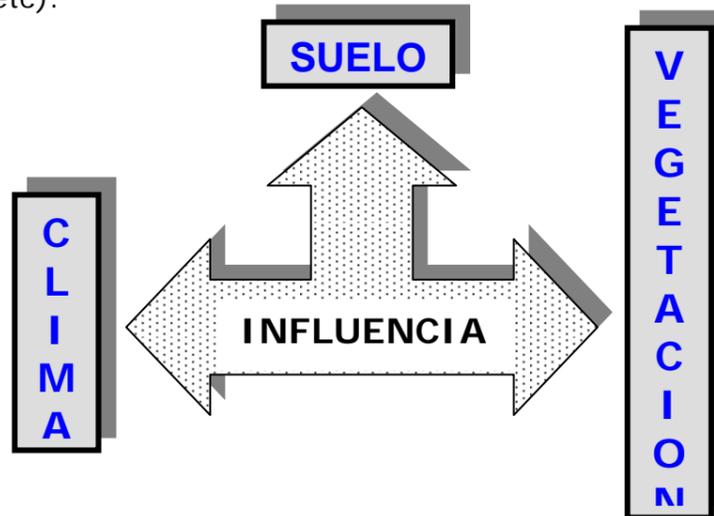
Normalmente cometemos el error de caracterizar el clima sólo en base a los promedios de las precipitaciones y de las temperaturas. Es importante usar también otros parámetros complementarios, pues se pueden dar considerables variaciones climáticas, incluso en una misma región. Por eso debemos también tener en cuenta, entre otras cosas, las desviaciones de las medias, los rangos de amplitud entre máximas y mínimas, que se dan en las temperaturas y las lluvias.

El clima es también uno de los parámetros a tener en cuenta para la regionalización de los cultivos, pues determina (total o parcialmente) el tipo y clase de cultivos que pueden hacerse en determinadas áreas. Con el término de "regionalización" nos referimos a la mayor presencia de ciertos rubros productivos agropecuarios en algunas zonas más que en otras, debido a razones socio-económicas, de aprovechamiento de ventajas comparativas y/o competitivas u otras, a veces difíciles de precisar.

El hombre puede intervenir modificando en parte, determinadas características del clima o por lo menos de algunos de sus componentes o minimizando o maximizando las consecuencias, creando ambientes artificiales, impidiendo el normal intercambio de los gases o la circulación del agua, etc. en:

- ❖ Obras de represamiento de cursos de agua de todos los tamaños.
- ❖ Embalses de agua superficial de cualquier tamaño.
- ❖ Obras de regadío y canales de transporte del agua.
- ❖ Invernaderos (si no están agrupados y ocupan superficies considerables, su efecto es muy local e incuantificable).
- ❖ Desección, drenaje de zonas pantanosas, bañados y zonas anegadas en general.
- ❖ Plantación de extensas zonas con forestación.

- ❖ Desmontes de áreas forestadas.
- ❖ Apertura de canales de agua.
- ❖ Deforestación de grandes bosques y áreas selváticas.
- ❖ Cierre de estuarios marinos y delta de los ríos.
- ❖ Cobertura de extensas áreas del suelo con materiales inertes (asfalto, hormigón, ladrillos, pedregullo, plástico etc).



### 3.3.1. Las características climáticas del Uruguay

Ver en el *Capítulo 12*, de "*Lecturas complementarias*", las principales características climáticas bajo las cuales se desarrollan actualmente y se han venido formando nuestros suelos.

### 3.4. Los componentes vivos del paisaje (excepto el hombre)

Los componentes vivos, son considerados los elementos más inestables del paisaje. Entre ellos distinguimos los animales superiores e inferiores, la vegetación cultivada o espontánea etc. En un medio virgen o intocado por el ser humano, la vegetación se encuentra en equilibrio con los factores ecológicos que intervienen en el mismo, particularmente con el suelo y el clima.

El hombre con su intervención, puede modificar este delicado y complejo ecosistema, influyendo en forma benéfica o perjudicial. La población animal y vegetal, cambia en función de esta intervención, tendiendo posteriormente hacia nuevas condiciones de equilibrio.

**Cuadro N° 1.- Tendencias a la pedogénesis según los procesos predominantes en los distintos climas**

| Tipos de clima                             | Tipos de procesos  |   | Características del suelo  |
|--|--|---|--|
| Clima de altas montañas y regiones polares | Predominancia de los procesos de desagregación   | Predominancia del hielo (crioclastia)   | Elementos muy groseros (bloques) o groseros (ríos de rocas)  |
| Climas desérticos                          |  | Predominancia de efectos térmicos (variaciones de temperatura: termoclastia y de la corrección) | Elementos clásticos groseros. Sobre todo gravas, arenas gruesas y finas  |
| Climas tropicales húmedos y ecuatoriales   | Los procesos por vía química (alteración) son rápidos y netamente predominantes                |   | Producción preferencial de gravas y arenas. Pocos bloques o guijarros. Poco o nada de arcilla (alilitización). Ausencia de limo            |
| Climas templados                           | Asociación a veces siguiendo un ritmo estacional de procesos de desagregación y de alteración) |   | Producción de elementos clásticos y pelíticos de todas dimensiones: bloques, guijarros, gravas, limos, arenas, arcillas (siallilitización) |

Fuente: "Curso de Edafología". Cuaderno N° 1 de AEA.

La relación que existe entre suelo y vegetación, es muy compleja y se ejerce entre ellos una mutua influencia. Es además

una relación dinámica: la vegetación modifica el suelo dónde se asienta y el tipo de suelo determina el posible cultivo a implantar. Por ejemplo el arroz en un suelo liviano, arenoso, no se desarrolla bien, pero sí lo hace en un suelo de los conocidos como "planosoles" del noreste del país (Dpto. de Treinta y tres por ej.) que presentan un horizonte superficial bastante liviano y un subsuelo pesado (arcilloso) con dificultades de drenaje, por lo que retiene el agua en forma muy eficiente para este cereal. Con la difusión de nuevas tecnologías, este cultivo se ha expandido hacia otras zonas (por ejemplo el norte del país) con características algo diferentes, pero con buen suceso.

La vegetación por sí sola, influye en los procesos de evolución y génesis de los suelos. Por ejemplo, son bien diferentes los suelos formados bajo una pradera de leguminosas o de leguminosas más gramíneas, de los que podemos encontrar bajo un bosque de árboles.

Los animales, como habitantes del suelo, afectan al suelo en diferentes maneras y grados, según la clase y tipo de que se trate. Así hay que tener en cuenta el sobre-pastoreo (exceso de pastoreo), su forma de comer etc. Hay un efecto importante realizado por todos aquellos animales que realizan un mezclado mecánico más o menos intenso o energético de las partículas de suelo, tales como las lombrices o algunos insectos del mismo.

### **3.5. El hombre en sí mismo y lo que este produce y transforma**

El hombre es el último llegado a este paisaje. Es un componente vivo de extrema importancia y su influencia se observa en todas partes, dado que cada vez quedan menos lugares inaccesibles a su influencia y aún menos lugares verdaderamente vírgenes. Su actividad la podemos considerar tanto beneficiosa como perjudicial.

La acción de este factor sobre el material generador de los suelos, la topografía, el clima (o sobre algunos de sus componentes) y los otros organismos vivos en función del tiempo, lo podemos observar en el **Cuadro N° 2** tomado de Bidwell y Hole,

que analiza los efectos de la actividad humana sobre los factores pedogenéticos. Pero consideramos que no deberemos entrar ahora en mayores profundidades en este tema, por no ser el objetivo de este curso.

**Cuadro N° 2.- Efectos de la actividad humana sobre los factores pedogenéticos**

| Efectos benéficos  | Efectos perjudiciales  |
|--|--|
| <p><b>Sobre el Material Madre</b><br/>Agregado de fertilizantes. Acumulación de huesos, conchillas y cenizas. Eliminación del exceso de sustancias.</p>  | <p><b>Sobre el Material Madre</b><br/>Eliminación de nutrientes por las cosechas. Agregado de sustancias tóxicas (salinización).</p>   |
| <p><b>Sobre la topografía</b><br/>Control de la erosión con prácticas culturales o mecánicas. Nivelación de tierras. Elevación del exceso de agua por drenaje. Barreras contra vientos</p>                   | <p><b>Sobre la topografía</b><br/>Subsidencia de terrenos turbosos a consecuencia del drenaje. Aceleración de la erosión. Excavaciones.</p>  |
| <p><b>Sobre el clima</b><br/>Riego. Lluvia artificial. Liberación a la atmósfera de CO<sub>2</sub> de las industrias. Eliminación del exceso de agua por drenaje. Barreras contra vientos.</p>               | <p><b>Sobre el clima</b><br/>Eliminación y quema de mantillo de orgánicos. Aumento de la exposición de la superficie a la insolación, viento, lluvias, o hielo.</p>                    |
| <p><b>Sobre los organismos vivos</b><br/>Introducción y contralor de poblaciones vegetales y animales. Agregado directo o indirecto de material orgánico. Aireación del suelo. Eliminación de patógenos.</p> | <p><b>Sobre los organismos vivos</b><br/>Eliminación de plantas y animales. Reducción del contenido de humus. Agregado de elementos patógenos. Agregado de sustancias radiactivas.</p> |
| <p><b>Sobre el tiempo (cronológico)</b><br/>Rejuvenecimiento del suelo por agregado de materiales frescos o exposición del sustrato, Recuperación de tierras subacuáticas.</p>                               | <p><b>Sobre el tiempo (cronológico)</b><br/>Degradación del suelo por extracción acelerada de nutrientes. Recubrimiento del suelo con material sólido o agua.</p>                      |

Fuente: Elaboración propia en base al cuadro de Bidwell y Hole, 1995 simplificado

#### 4. El suelo como cuerpo natural

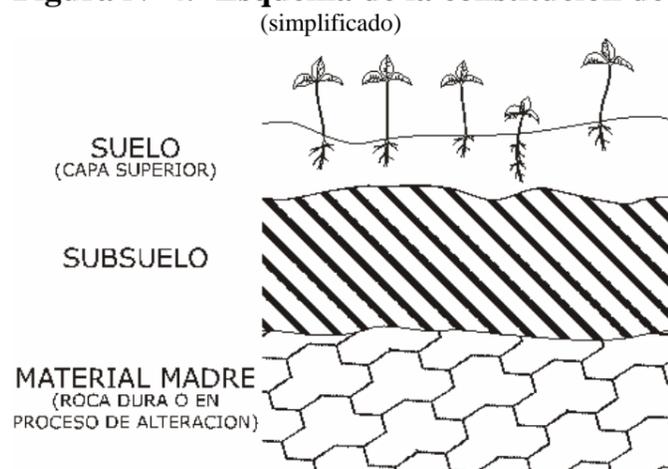
El suelo, tal como lo conocemos surge de la modificación y

alteración de las rocas y minerales, constituyentes de lo que denominamos **MATERIAL MADRE** o lo que es lo mismo el **MATERIAL ORIGINAL DEL SUELO**. Este cubre como un "manto" toda la superficie terrestre.

La alteración de ese material madre, por los agentes de meteorización o alteración (viento, agua, hielo, temperatura etc) y luego la acción de las plantas y animales y de los microorganismos y sus productos de descomposición, es lo que conocemos como **"proceso natural de formación de los suelos"**.

Los suelos sirven como lugar de enraizamiento de los vegetales o sea de anclaje de los mismos (sostén o soporte mecánico) y como su principal fuente de agua y nutrientes (soporte nutritivo). Este concepto de suelo, es real pero un poco general y antiguo, escondiendo en su interior, la idea de que el suelo sostiene y desarrolla toda la vida vegetal y animal (incluyendo al hombre) sobre el Planeta Tierra.

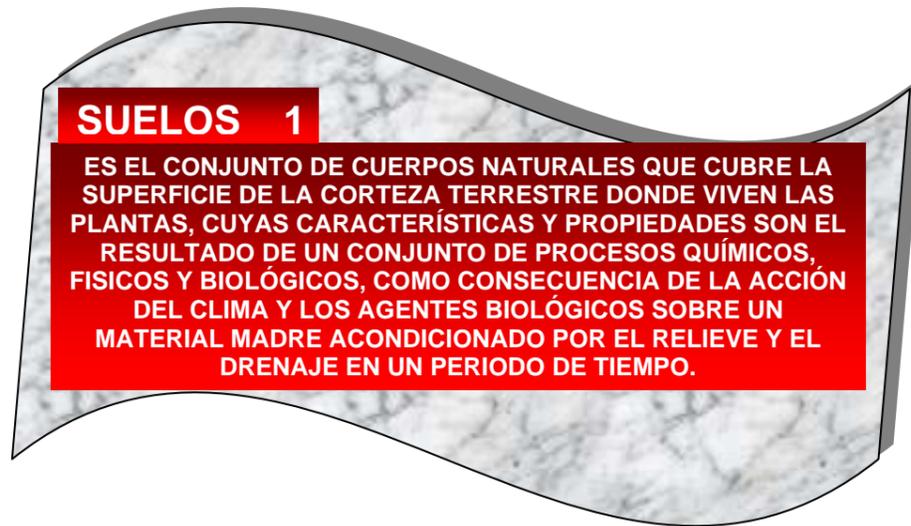
**Figura N° 4.- Esquema de la constitución de un suelo en profundidad**



Existen ejemplos modernos de verdadera sustitución del suelo como "el medio dónde se producen cultivos" con los llamados "suelos o medios artificiales", denominados mejor como sustratos. Para el crecimiento de ciertos vegetales (algunos de ellos, sobre

todo los hortícolas y en condiciones de producción muy intensiva. Los "medios artificiales" de cultivo o sea la sustitución del propio suelo, natural por dichos sustratos, cobran lentamente mayor

vigencia en nuestro país y son usados en forma cada vez mayor. Pero siempre en pequeñas escalas productivas y no masivas, por el momento. Tienen importancia en: investigación, almácigos y uso de almacigueras, macetas de todos los tamaños y usos, invernaderos, viveros, producción de plantines o plantas frutales y/o forestales, etc.



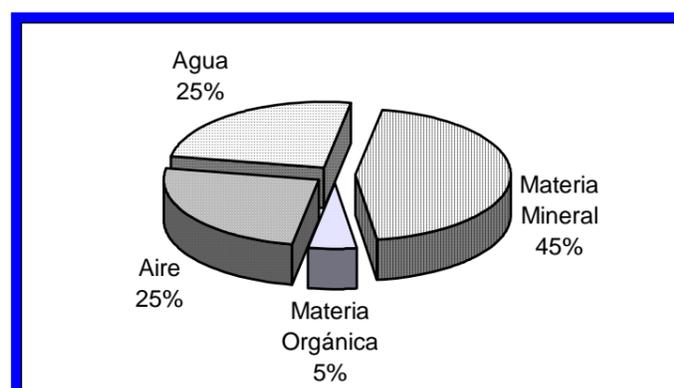
## SUELOS 2

SON EL MEDIO NATURAL PARA EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS, HAYA O NO DESARROLLO DE HORIZONTES. EN ESE SENTIDO CUBRE EL TIERRA COMO UN *CONTINUM* Y SUS CARACTERISTICAS RESULTAN DE LA INFLUENCIA DE LOS CINCO FACTORES DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS: *CLIMA, RELIEVE, MATERIAL MADRE, TIEMPO Y VEGETACION.*

### 5. Componentes del suelo. Ecosistema edáfico

Este proceso continuo, llega a una etapa o momento en que a los factores atmosféricos o hidrosféricos, se unen los biológicos, con lo que el proceso comienza a denominarse de edafización o pedogénesis. Se ha estimado que para formar unos 8 cm de suelo, se necesitan entre 500 y 1.000 años aproximadamente (escala geológica y no humana).

**Figura N° 5.- Principales componentes de los suelos**



El suelo es un sistema muy complejo formado por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La fase sólida puede ser mineral u orgánica, mientras que la líquida y la gaseosa pueden variar en forma importante en muy cor-

tos intervalos de tiempo.

Los componentes sólidos (minerales, calcáreo y materia orgánica) y los fertilizantes aplicados, son los responsables del suministro de 13 de los 18 elementos nutritivos básicos para el desarrollo vegetal.

El agua y el aire ocupan el espacio poroso, sumando un 50 % del total entre ambos componentes (25 % de aire y 25 % de agua), mientras que los minerales y la materia orgánica, constituyen el espacio sólido del suelo, lo que suma también aproximadamente, el otro 50 % (45 % de minerales y 5 % de la Materia Orgánica). Siendo los minerales los componentes más estables.

Las capas superficiales del suelo, denominadas también o más correctamente, "horizontes superficiales", son los que conocemos como **SUELO**. Estas se presentan como más sueltas, menos compactas, más porosas y con un mayor porcentaje de materia orgánica. En cambio, las capas sub-superficiales, u "horizontes inferiores o sub-superficiales" y que denominamos como **SUB-SUELO**, tienen un mayor porcentaje de minerales (en forma relativa) y son más compactos y con menor porcentaje de aire.

| <b>CAPAS SUPERFICIALES</b>   | <b>CAPAS SUB-SUPERFICIALES</b>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>MAS SUELTAS</b></li><li>➤ <b>MENOS COMPACTAS</b></li><li>➤ <b>MAS POROSAS</b></li><li>➤ <b>CON MAYOR % DE MATERIA ORGANICA</b></li><li>➤ <b>MAYOR % DE AIRE</b></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>MAYOR % DE MINERALES</b></li><li>➤ <b>MAS COMPACTAS</b></li><li>➤ <b>CON POROS + CHICOS</b></li><li>➤ <b>MENOR % DE MATERIA ORGANICA</b></li><li>➤ <b>MENOR % DE AIRE</b></li></ul> |

Decimos con frecuencia que el suelo es un cuerpo "vivo". Pero, aunque debemos aclarar que significa esto, sería más justo o correcto, decir que es un cuerpo habitado (por infinidad de organismos superiores e inferiores) lo cual no es lo mismo. El suelo no vive ni muere como tal, sino más bien en un sentido figurado, lo

cual no le resta nada de la importancia que esto tiene. Viven y mueren en él los millones de seres que lo habitan, desde los organismos microscópicos hasta los superiores como animales y plantas. Cuando "muere" el suelo, muere con él la vida que contiene y la vida que proporciona. Mueren también las importantísimas funciones que cumple. Por lo tanto, debemos tener muy en cuenta todo esto.

Esto implica considerar al suelo como un verdadero **ECOSISTEMA**. Podemos usar el término "muerte del suelo" en sentido literal, pues su esterilización por pérdida de la materia orgánica, por desaparición de la vida de que hablábamos, le quita todas las posibilidades de cumplir sus funciones, afectando en forma perjudicial todo lo que de él depende. Afecta de esta forma, especialmente su productividad y sustentabilidad.

***ECOSISTEMA***

**ES UNA UNIDAD DE FUNCION CON ORGANISMOS Y  
AMBIENTES QUE SE INFLUYEN MUTUAMENTE, NECESARIOS  
PARA MANTENER LA VIDA SOBRE EL PLANETA TIERRA**