

EL SUELO Y EL AMBIENTE

Ing. Agr. M.Sc. Guillermo S. Fadda

INTRODUCCIÓN

El suelo es el producto de la interacción de la roca madre, el clima y los organismos vivos condicionados por la acción del tiempo y el relieve.

Estos agentes, condiciones o fuerzas se denominan factores de formación de suelos.

Jenny (1941), le dio a esto una expresión matemática:

$$s = f (cl, o, r, mo, t)$$

Donde s representa el suelo o una propiedad del mismo. Esta formulación expresa que el suelo y sus propiedades son una función de los factores de formación de suelos.

Dentro de los cinco factores formadores podemos diferenciar los factores bioclimáticos generales representados por el clima general de una región y por los organismos, especialmente la vegetación, estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Estos dos factores, clima y organismos, permiten definir las grandes zonas de vegetación y suelos, generalmente ordenadas según la latitud en los relieves planos y según la altitud en las áreas montañosas.

Por otra parte, podemos distinguir los factores estacionales o locales condicionados por el relieve y el material original, los que varían en distancias más cortas que los anteriores y que cuando presentan propiedades extremas pueden modificar e incluso invertir la edafogénesis bioclimática.

A ellos debe agregarse el factor tiempo, que según la duración de su acción pondrá en mayor o menor evidencia la acción de los restantes factores formadores.

Siendo el suelo una función de los factores de formación, si todos se mantienen constantes menos uno, el suelo será una función del que varíe, estableciéndose una secuencia de suelos en función de ese factor.

Así si el único factor que varía es el clima, tendremos una climosecuencia, o si fuera la vegetación, una biosecuencia. En la misma forma se establecerán litosecuencias, toposecuencias y cronosecuencias, en función de la roca madre, el relieve o el tiempo.

LOS FACTORES BIOCLIMÁTICOS

EL CLIMA Y EL DESARROLLO DEL SUELO

El clima no sólo ejerce su influencia en la formación del suelo por su control sobre algunas reacciones físicas y químicas, sino también por su control sobre el factor biótico y en alguna medida sobre los factores relieve y edad a través de su relación con los procesos erosivos y deposición de materiales de suelo.

Los dos elementos climáticos más importantes que han sido correlacionados con las propiedades de los suelos son la lluvia y la temperatura. Para la génesis del suelo, tan o más importante que las condiciones climáticas medias pueden ser las condiciones climáticas extremas que ocurren en una región dada, para el desarrollo

de ciertas propiedades del suelo.

RELACIONES PRECIPITACIONES-PROPIEDADES DEL SUELO

El agua es un agente necesario en la formación del suelo. Ella disuelve y remueve materiales solubles; asegura el desarrollo de la biomasa; transporta y transloca materiales; ejerce acciones físicas y químicas de alteración.

Excepto por el rol del agua en la erosión y deposición de materiales en la interfase suelo atmósfera, las funciones importantes del agua se ejercen en el seno del perfil del suelo.

Jenny (1941), estableció las siguientes relaciones para regiones cuya precipitación variaba entre los 380 y los 890 mm anuales:

- El pH decrece con el incremento de las precipitaciones.
- La profundidad del CaCO_3 incrementa con el aumento de la precipitación.
- A mayor precipitación, aumento de la materia orgánica y del nitrógeno.
- A mayor precipitación, mayor contenido en arcilla.

Entre los límites de precipitación establecidos esto es completamente cierto, pero debe tenerse cuidado al extrapolarlo a condiciones más extremas.

RELACIONES TEMPERATURAS-PROPIEDADES DEL SUELO

La temperatura influencia la evolución del suelo de distintas maneras.

Según la ley de van't Hoff por cada 10°C de aumento de la temperatura se duplica la velocidad de las reacciones químicas. Estas son muy rápidas en los climas cálidos y muy lentas en los fríos.

Cuando el suelo se congela todas las reacciones químicas cesan, pero por causa de la presión del hielo pueden producirse alteraciones físicas. Por esta razón los suelos son muy profundos en las regiones cálidas y muy superficiales en las frías.

La temperatura también ejerce una marcada influencia en el tipo y cantidad de vegetación presente en un área y con esto en la cantidad y clase de materia orgánica producida. Igualmente la velocidad de descomposición de la materia orgánica es mayormente controlada por la temperatura. Estas acciones juegan un rol decisivo en los tipos de humus producidos.

Varias propiedades del suelo aparecen como dependientes de la temperatura.

- El color tiende a menos grisáceo y a más rojizo con su incremento.
- Las bases son más completamente lavadas en las áreas cálidas.
- El nitrógeno y la materia orgánica decrecen con su

incremento.

- El contenido en arcilla es mayor a mayores temperaturas.

INDICES CLIMÁTICOS

Más interesante resulta el análisis de la acción combinada de las precipitaciones y las temperaturas a través de las relaciones precipitación evapotranspiración (P Etp), para lo cual varias fórmulas se han ideado.

Duchaufour aplica el término "drenaje climático" a la diferencia entre precipitación y evaporación, $D = P - E$

El drenaje climático tiene una gran importancia en los procesos de remoción y translocación. Se ha demostrado que el lessivage de los coloides minerales es mínimo para un drenaje calculado de 90 a 200 mm, pero que incrementa notablemente cuando supera los 200 mm. Pero el drenaje calculado anual es un dato poco preciso; es el drenaje estacional o mejor mensual el que con mayor precisión puede caracterizar el clima con respecto al lessivage.

El esquema de la Figura 1 da una idea muy generalizada de los principales tipos de suelo en función del drenaje climático y de la temperatura.

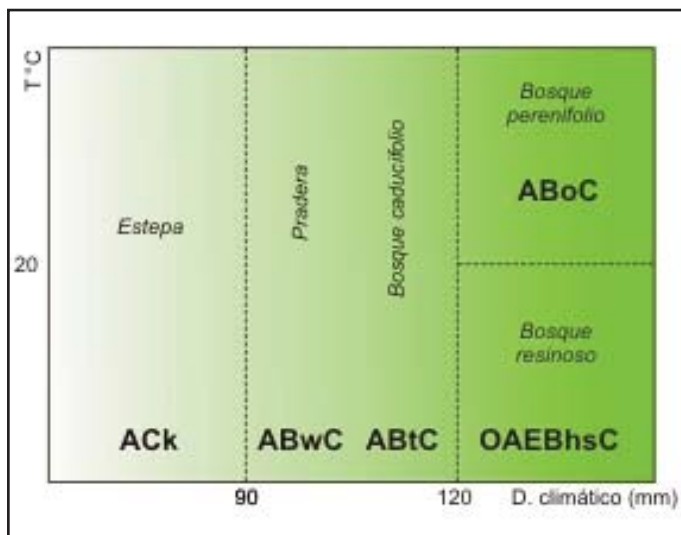


Figura 1: Relación entre la temperatura, el drenaje climático y los tipos de suelos.

CLIMOSECUENCIAS

La sucesión de suelos en función de la variación de los elementos climáticos, a constancia de los otros factores de formación, constituye una climosecuencia. Ejemplos de climosecuencias pueden verse a menudo en áreas montañosas donde las temperaturas decrecen a razón de unos 6 °C por cada 1000 m de altitud y la lluvia normalmente crece con la elevación. Las climosecuencias son mejor observadas sobre transectas extensas en función de gradientes climáticos, donde los cambios en las características de los suelos son observados en varios sentidos. En Tucumán una secuencia climática característica es la sucesión de argiudoles, argiustoles y haplustoles en función del gradiente decreciente de las precipitaciones hacia el este.

EL CLIMA EDÁFICO

RÉGIMEN HÍDRICO

Convencionalmente se ha pensado en tres regímenes de humedad del suelo:

- **Anfipercolativo:** el suelo está saturado.
- **Percolativo:** la cantidad de agua es suficiente para provocar el lavado.
- **Epipercolativo:** en el que el lavado no ocurre.

En el régimen percolativo el agua se mueve a través del perfil en alguna época del año para alcanzar el substrato profundo. En el régimen epipercolativo, el agua se mueve en el suelo pero es agotada por la evapotranspiración, dejando los carbonatos y las sales más solubles precipitadas. Entre estos dos regímenes hay otro posible, en el cual hay alternancias de año en año. El lavado ocurre durante algunos años, pero no en todos (**régimen superpercolativo**).

Para la consideración de las pérdidas o acumulación de materiales solubles estos conceptos son adecuados. Pero para comprender los procesos biológicos son insuficientes.

Un suelo puede estar sujeto al lavado en el invierno cuando es demasiado frío para el óptimo de la actividad biológica y puede estar demasiado seco en el verano para una significativa actividad biológica.

El término régimen hídrico del suelo lo usamos aquí para referirse a la presencia o ausencia de agua freática o de agua retenida a una tensión menor de 15 bares en el suelo o en horizontes específicos durante determinados períodos del año.

Clases de régimen hídrico

Régimen ácuico: El suelo está saturado con agua freática o agua del frente capilar durante al menos unos pocos días y crea condiciones de reducción. La saturación con aguas bien oxigenadas que no crean un ambiente reductor, no se considera como régimen ácuico.

La llanura deprimida en Tucumán, la pampa deprimida en la región pampeana y la fosa paraguayo parense en el NE, presentan marcado predominio de suelos con este régimen de humedad.

Régimen arídico y tórrico: La sección de control del suelo permanece seca en su totalidad durante más de la mitad del tiempo en que la temperatura del suelo a 50cm de profundidad es superior a 5 °C y nunca está húmeda en alguna parte o en su totalidad más de 90 días consecutivos cuando la temperatura es superior a los 8°C. Corresponde a los suelos de los climas áridos y semiáridos.

La zona de los Valles Calchaquíes, el oriente del chaco salteño, la mayor parte de Catamarca y La Rioja, gran parte de Santiago del Estero y de la Patagonia, la Región Cuyana, la Región Puneña, etc. presentan suelos con este régimen, que es el de mayor representatividad geográfica en el país.

Régimen údico: En la mayor parte de los años la sección de control¹ no está seca en ninguna parte por más de 90 días acumulativos. Cuando la precipitación excede la Etp en todos los meses y la tensión de humedad en la sección de control raramente alcanza valores superiores a 1 bar, el régimen se califica como perúdicico.

El régimen údico es común en los suelos de los climas húmedos con lluvias bien distribuidas o con suficientes lluvias en el verano como para que la cantidad de agua almacenada más la lluvia sea aproximadamente igual o exceda la Etp (régimen isohigro).

Los pedemontes y faldeos húmedos de Tucumán y el NOA, la región pampeana, la mesopotamia, el sector oriental de Chaco y Formosa, la cordillera patagónica presentan suelos con este régimen de humedad, que ocupa el segundo lugar por su extensión en el territorio nacional.

Régimen ústico: Corresponde a un régimen intermedio entre el údico y el arídico. La humedad es limitada, pero está presente cuando las condiciones son apropiadas para el crecimiento vegetal, por lo que el régimen ústico no se reconoce en climas permanentemente muy fríos.

Si la temperatura media anual del suelo es superior a los 22 °C o si la diferencia entre la temperatura media de verano e invierno es menor de 5 °C, la sección de control está seca en parte o totalmente por más de 90 días acumulativos, pero está húmeda por más de 180 días acumulativos o 90 días consecutivos.

Si la temperatura media anual del suelo es menor de 22 °C o las medias de verano e invierno difieren por más de 5 °C, la sección de control está seca en parte o totalmente por más de 90 días acumulativos en la mayoría de los años pero no está seca en su totalidad por más de la mitad del tiempo en que la temperatura es superior a los 5 °C.

En las regiones tropicales y subtropicales el régimen ústico caracteriza a las regiones de clima monzónico. En las regiones templadas de clima subhúmedo o semiárido la estación lluviosa es usualmente la primavera y el verano o primavera y otoño, pero nunca el invierno.

Este régimen de humedad se ubica como transicional entre el údico y el arídico en la región central y el centro norte del país donde cubre una faja que se extiende desde el centro oeste de Formosa hasta el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. En Tucumán ocupa el centro y el este de la llanura chaco pampeana y los pedemontes meridionales y septentrionales. En

Salta y Jujuy se presenta en la región del umbral al chaco y en los pedemontes de las Sierras Subandinas.

Régimen xérico: La sección de control está seca en su totalidad por más de 45 días consecutivos en los 4 meses que siguen al solsticio de verano y está húmeda en su totalidad por 45 días o más en los 4 meses que siguen al solsticio de invierno. Además está húmeda en alguna parte durante más de la mitad del tiempo en que la temperatura del suelo es superior a 5 °C.

Caracteriza a los climas mediterráneos donde los inviernos son fríos y lluviosos y los veranos cálidos y secos. Este régimen es muy efectivo en la lixiviación. Algunas áreas de la Patagonia precordillerana presentan este régimen de humedad, que tiene escasa representatividad en el país.

RÉGIMEN TÉRMICO

La temperatura del suelo es una propiedad importante. Dentro de ciertos límites la temperatura controla las posibilidades de crecimiento de las plantas y la formación del suelo.

Por abajo del punto de congelamiento no hay actividad biótica y el agua no se comporta como un líquido.

Entre 0 °C y 5 °C el crecimiento de las raíces y la germinación de la mayoría de las semillas es imposible. Un horizonte a una temperatura inferior de 5 °C es un pan térmico para las raíces de la mayoría de las plantas.

Clases de régimen térmico

Pergélico: La temperatura media anual (TMA) del suelo es < 0 °C.

Críco: La TMA es de 0 °C a 8 °C. La temperatura media de verano (TMV) es:

- Si existe horizonte O: <15 °C
- Si no tiene horizonte O: < 8 °C

Frígido: La TMA es < 8 °C, pero el suelo es más cálido en verano que los de régimen críco. La diferencia entre la TMV y la TMI (temperatura media de invierno), es mayor de 5 °C.

Los regímenes pergélico, críco e isomésico se localizan en algunas pequeñas áreas del extremo sud.

Mésico: La TMA es de 8 °C a 15 °C. La diferencia entre las TMV y TMI es mayor de 5 °C.

Este régimen ocupa el extremo oeste del país paralelo a la Cordillera de los Andes y la mayor parte de la Región patagónica.

1 Se denomina así a la porción del perfil de suelo que se considera para estimar el régimen de humedad de los suelos. El límite superior de esta sección corresponde al límite hasta donde un suelo seco es humedecido en 24 hs por una lluvia de 25 mm. El límite inferior corresponde a la profundidad hasta donde el suelo seco es humedecido en 48 hs por una lámina de 75 mm.

Lógicamente que con esta definición, el espesor de la sección de control dependerá de la capacidad hídrica del suelo. De una manera muy aproximada puede generalizarse que la sección de control se extiende entre las siguientes profundidades según la clase textural del suelo:

- Texturas finas y moderadamente finas: 10 - 30 cm.
- Texturas medias: 20 - 60 cm.
- Texturas gruesas: 30 - 90 cm.

Térmico: La TMA es de 15 °C a 22 °C y la diferencia entre las TMV y TMI es mayor de 5 °C.

Este régimen se extiende en una angosta faja localizada al este del méxico hasta los 30 °S y desde allí ocupa todo el centro-este del país hasta los 40 °S y desde allí se extiende en una angosta franja paralela al litoral atlántico hasta Comodoro Rivadavia.

Hipertérmico: La TMA es mayor de 22 °C y la diferencia entre las TMV y TMI es mayor de 5 °C.

Este régimen se localiza en el NE del país a partir de los 30 °S, extendiéndose hacia el oeste hasta alcanzar a las sierras subandinas en el NOA.

Isofrígido, Isoméxico, Isotérmico e Isohiper-térmico: El prefijo Iso se aplica a los regímenes térmicos donde la diferencia entre la TMV y la TMI es inferior a 5°C. Corresponde a las áreas tropicales.

LOS FACTORES BIÓTICOS

La influencia de los organismos en la formación del suelo puede ser ilustrada por la observación de comunidades bióticas contrastantes y bajo ciertos componentes de ellas como árboles aislados y colonias de insectos.

La Tabla 1 muestra los efectos de tipos diferentes de vegetación sobre algunas propiedades de los suelos.

Tabla 1: Efecto de la vegetación en el contenido de arcilla y nitrógeno total de los suelos.

Propiedad del suelo	Pradera	Transición Pradera - Bosque	Bosque caducifolio
Contenido de arcilla %			
A	28	23	21
B	34	36	36
Relacion A/B	1.21	1.57	1.71
Nitrógeno total %			
A11	0.35	0.35	0.35
A12 o E	0.21	0.11	0.08
B	0.09	0.06	0.05

La vegetación (organismos), actúa de cuatro modos diferentes sobre la evolución del suelo:

Por el microclima que favorece: Entre una formación de bosque y una de pradera, el primero proporciona al ambiente más sombra y humedad. Cuando el bosque se destruye el microclima se altera por efectos de la insolación y el humus se descompone rápidamente.

Por la profundidad de enraizamiento: Bajo bosque el enraizamiento profundo favorece al máximo la per-

colación, lo que provoca el lessivage de los elementos coloidales. La vegetación de pastos, con enraizamiento más superficial, provoca un lavado menos acentuado. Debido a su gran masa radicular incorpora abundante materia orgánica en el perfil, dando lugar a horizontes húmicos de mayor espesor y decrecimiento más gradual de la materia orgánica en profundidad que en los suelos de bosques, donde la mayor incorporación es sobre la superficie. En los bosques la alteración es más profunda y más rápida que bajo pradera.

Por el tipo de humus que produce: La vegetación modela el humus del suelo, agente esencial de la pedogénesis, por la naturaleza de los residuos que incorpora al suelo y por la microflora y microfauna que ella favorece.

Se puede clasificar los tipos de humus en relación con los tipos de vegetación en el orden siguiente, que se corresponde con una velocidad decreciente de descomposición:

- Humus de leguminosas, rico en N, descomposición muy rápida.
- Humus de gramíneas, poco ácido, descomposición rápida.
- Humus de bosque caducifolio, medianamente ácido, descomposición bastante rápida.
- Humus de bosques resinosos, muy ácido, descomposición lenta.

Recordemos que los diversos tipos de humus originan compuestos húmicos diferentes cuyas propiedades y acciones sobre los procesos pedogenéticos son muy diferentes.

Por la protección más o menos eficaz contra la erosión: El bosque protege mejor el suelo contra la erosión que la pradera y la estepa. Los suelos desnudos o cultivados son los más sujetos a la erosión. Es por lo tanto bajo bosque donde en general se encontrarán los suelos pedológicamente más evolucionados.

NOCIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO

La mayor parte de las asociaciones vegetales, en especial los bosques, viven en un circuito cerrado. Los residuos orgánicos devuelven al suelo los cationes, el N, el P, etc., que le fueron tomados. Este ciclo puede ser más o menos rápido según sea el tipo de humus. Es lento en el Mor de los bosques resinosos fríos y es rápido en el Mull forestal de los bosques caducifolios. En el Mull cálcico es muy gradual como consecuencia de la gran actividad microbiológica.

EFFECTOS DE LA FAUNA

El reordenamiento de los materiales del suelo por la fauna incluye la creación de microrelieves especiales (termitas, hormigas), formación de cavidades, canales y su relleno parcial (pedotúbulos, crotovinas), por la acción de lombrices, gusanos y roedores y la creación de poros y agregados de origen biótico (lombrices, larvas de insectos, etc.).

En general estas acciones tienden a la mezcla de los materiales de suelo y a veces se contraponen a los procesos de diferenciación de los horizontes (haploidización). La caída de árboles ejerce un efecto similar.

LOS FACTORES LOCALES

Los factores locales comprenden el relieve y el material original.

EL RELIEVE

El relieve aunque sea moderado ejerce una acción importante sobre la pedogénesis debido sobre todo a la modificación que provoca en el régimen de las aguas.

Las relaciones del relieve con las propiedades de los suelos sólo deben hacerse para áreas geográficas específicas, debido a las variaciones en intensidad y naturaleza de los otros factores de formación.

Dentro de una región geográfica determinada, las siguientes propiedades edáficas comúnmente se encuentran relacionadas con el relieve:

- Profundidad del solum.
- Espesor y contenido en materia orgánica del horizonte A.
- Régimen hídrico del perfil.
- Color del suelo.
- Grado de diferenciación de horizontes del perfil.
- Reacción química del suelo.
- Contenido en sales solubles.
- Clase y grado de desarrollo de capas endurecidas.
- Temperatura del suelo.
- Carácter del material original.

La acción del relieve sobre la pedogénesis puede ejercerse a través de acciones directas e indirectas.

ACCIONES DIRECTAS

En los suelos en pendiente pueden intervenir dos procesos distintos:

La erosión: Que decapita los suelos en la parte alta, poniendo al desnudo ya sea los horizontes de profundidad o la roca madre y que cumuliza (engrosamiento del epipedón) o sepulta el suelo en la parte baja. La erosión implica un proceso continuo de rejuvenecimiento del suelo, oponiéndose así a su evolución completa.

Lavado oblicuo o lateral: Que arrastra del perfil, a lo largo de la pendiente por escurrimiento subsuperficial, los elementos coloidales o solubles. Los elementos más gruesos, por el contrario quedan en el lugar.

El lavado oblicuo no necesariamente se opone a la evolución del suelo, a veces por el contrario la acelera.

La erosión es importante sobre pendientes fuertes cuando el clima le es favorable (clima con estaciones contrastantes).

El lavado oblicuo es el proceso característico de relieves poco acentuados en climas templados fríos (Figura 2)

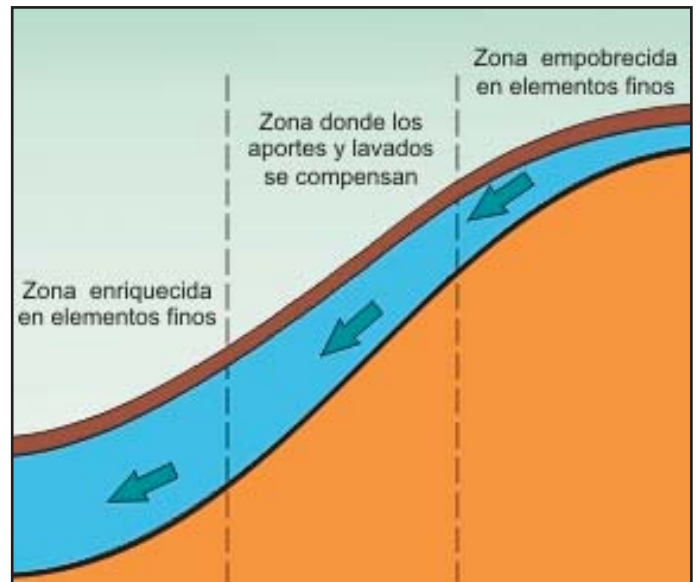


Figura 2: Lavado oblicuo.

En general se puede establecer que para constancia de otras características, la cantidad de agua que pasa efectivamente a través del perfil, responsable de su evolución, dependerá de su posición de relieve, por el juego combinado del escurrimiento y la infiltración. Así el agua que percolará se ordenará en forma creciente según el tipo de relieve:

R.EXCESIVO < R.NORMAL < R.SUBNORMAL < R.CHATO

Recibiendo los dos últimos mayor cantidad de agua que la que las precipitaciones normales del área harían prever.

ACCIONES INDIRECTAS

En las zonas poco drenadas, las pequeñas diferencias de nivel ejercen una acción importante sobre la evolución de los suelos, por que ellas influyen el grado de hidromorfía.

Acción sobre las capas freáticas y su profundidad: Los diversos tipos de capas freáticas son condicionadas por el relieve.

En general diferenciamos las capas freáticas permanentes de los bajos y valles, alimentadas subterráneamente, de las capas freáticas temporarias alimentadas por las precipitaciones de las plataformas o cubetas mal drenadas.

La capa freática usualmente tiene un relieve parecido, aunque con menos amplitudes, que la superficie de la tierra. Esto implica que está más próxima a la superficie en las depresiones que en los puntos altos del paisaje.

En las zonas altas, donde la capa freática no invade el perfil del suelo, este sigue su evolución normal, definida por las características generales del clima y de la vegetación. El resultado es el **suelo zonal**, en equilibrio con el ambiente bioclimático.

En cambio en las zonas bajas, donde la capa freática

al menos estacionalmente invade el perfil del suelo, se crean condiciones de saturación que alteran muchas de las reacciones físicas, químicas y biológicas del suelo, tales como:

- Predominan condiciones anaeróbicas dando lugar a reacciones de reducción o cíclicas de óxido-reducción.
- La percolación o el movimiento hacia abajo del agua es restringido y en su lugar un movimiento lateral lento del agua tiende a predominar.
- El calor específico del suelo es mayor y los suelos tienden a ser más fríos que los vecinos no saturados.

Por estas acciones resultan **suelos intrazonales**, condicionados por un factor local, en este caso el relieve y específicamente por su condición de hidromorfía. Son los suelos gley y pseudogley. Esto ocurre en las zonas húmedas, donde el movimiento lateral, aunque menos rápido, permite transportar solutos y materiales suspendidos. Esto puede resultar en una acumulación de sales, óxidos y otros materiales suspendibles o solubles en las depresiones. Estas concentraciones son usualmente bajas, por que la capa freática normalmente es drenada del área vía arroyos y ríos. Es lo que ocurre en nuestra llanura deprimida no salina.

En áreas de menores precipitaciones y especialmente cuando la Etp excede la precipitación, la presencia de la capa freática lleva a la acumulación de sales solubles. Donde no hay mecanismos para el escape del agua líquida y la pérdida más importante es por evaporación, las sales disueltas en el agua son dejadas después de la evaporación en o cerca de la superficie del suelo. De este proceso resultan los **suelos intrazonales halomórficos**. Un ejemplo de este proceso se da en nuestra llanura deprimida salina.

TOPOSECUENCIAS

Cuando la única variable es el relieve, manteniéndose constantes los otros factores de formación, la sucesión de suelos, idénticos a lo largo de las curvas de nivel, pero variando de manera continua a lo largo de la pendiente, constituye una toposecuencia de suelos.

Cuando las toposecuencias se repiten, dando suelos similares según sea su ubicación en el relieve, constituyen lo que se llama una **catena de suelos**. Debe señalarse que si bien la catena constituye una toposecuencia, no toda toposecuencia constituye una catena. La Figura 3 muestra un esbozo esquemático de relaciones catenarias.

EL MATERIAL ORIGINAL

El material original constituye un factor de formación del suelo independiente que ejerce una marcada influencia en las propiedades de los suelos, especialmente cuando presenta propiedades extremas.

La roca madre constituye el marco y el soporte de los procesos de alteración, pudiendo fijar el ritmo y orientar

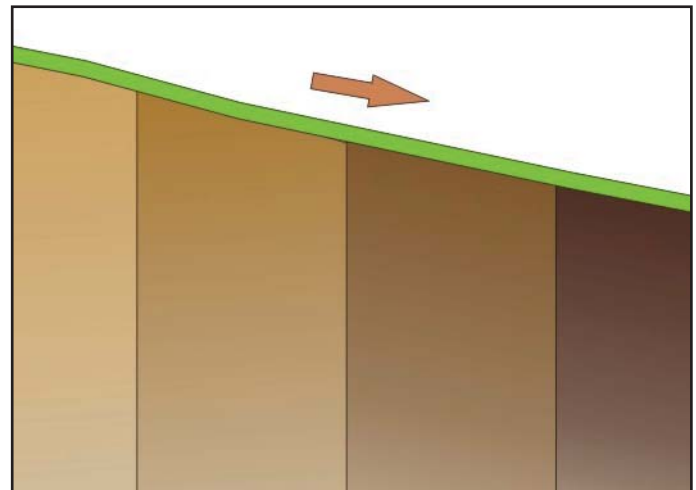


Figura 3: Diferentes suelos según su posición en una toposecuencia.

los mecanismos.

Jenny define al material original como el estado del sistema suelo al tiempo cero de formación.

En general cuando más joven es el suelo, mayor es la influencia y las relaciones del material original. Con el avance de la alteración y de los procesos pedogenéticos, la impronta del material inicial es cada vez menor. En casos de alteración extrema y de suelos viejos, la influencia del material original es relativamente pequeña, salvo que hubiera una composición extrema como puede ser el caso de arenas cuarzosas estériles.

INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ROCAS

Rocas sedimentarias no consolidadas: Los depósitos loésicos, aluviales y morénicos no consolidados constituyen materiales originales importantes.

Sobre estos materiales los procesos de formación del suelo son relativamente rápidos por que se parte de un material suelto que presenta una gran superficie atacable. Sin embargo, la velocidad y naturaleza de los procesos de formación y las propiedades de los suelos dependen en gran medida de características como la condición textural, la naturaleza mineralógica, la presencia de minerales alterables, etc.

En los climas templados fríos, el proceso de podzolización sólo se instala sobre materiales muy sueltos, arenosos.

Las arenas cuarzosas son muy resistentes a la alteración y los suelos permanecen con muy poca evolución. En el otro extremo, materiales originales muy ricos en arcillas expandibles, orientan la evolución hacia el proceso intrazonal de la **vertisolización**.

Materiales de texturas medias, calcáreos, ricos en minerales alterables, como el loess, en paisajes relativamente jóvenes, de climas moderados, proporcionan suelos de texturas medias, con buena saturación en bases, alta reserva de nutrientes y buenas propiedades físicas.

Rocas sedimentarias consolidadas: corresponden a las rocas sedimentarias detríticas consolidadas y a las químicas y biológicas.

En estas los procesos de alteración deben actuar sobre los cementos para obtener un material suelto o sobre los compuestos químicos que las constituyen. En el caso de las rocas calizas y dolomíticas, los suelos se forman sobre el residuo que queda después de la disolución de los carbonatos. Así el tipo de suelo formado está relacionado con la clase dominante de impurezas en la roca caliza. Si la roca es rica en arcillas, resultan suelos arcillosos impermeables, poco lixiviados, de alta saturación en bases y de reacción alcalina. Si el calcáreo es rico en arenas y fragmentos gruesos, en climas húmedos, el suelo resultante tiende a ser de textura gruesa, gravilloso, ácido y de bajo porcentaje de saturación con bases. El exceso de carbonato de calcio determina la dominancia del proceso de carbonatación, que origina **suelos intrazonales calcimórficos**.

En las areniscas, donde predominan arenas cuarzosas, la naturaleza del cemento y de las impurezas (feldespatos o micas), tiene gran influencia en las propiedades de los suelos resultante. En general los suelos formados son de texturas gruesas y altamente permeables. Los suelos derivados de esquistos arcillosos tienden a ser arcillosos, relativamente impermeables y por lo tanto poco lavados y poco profundos.

Rocas cristalinas ácidas: los granitos y gneiss tienden en general a dar por alteración química suelos de texturas gruesas, friables y permeables, generalmente ácidos y con baja saturación en bases. Las reservas en nutrientes, en climas húmedos, normalmente son bajas. Los colores tienden a amarillentos o parduzcos por el bajo contenido en hierro. En los climas húmedos tienden a originar caolinitas y en los más áridos illitas montmorillonita. Usualmente generan un tipo de humus ácido.

Rocas cristalinas básicas: incluyen los basaltos, dioritas, andesitas, etc., todas ricas en minerales portadores de Fe y Mg y en plagioclasas cálcicas, que se alteran rápidamente y que mantienen un alto contenido en bases mientras persisten. Como el cuarzo es escaso en estos materiales, los suelos de mediana a alta alteración presentan una escasa proporción de la fracción arena. Los suelos resultantes de la alteración química de estas rocas tienden a ser más ricos en arcilla que los de las rocas ácidas, de color rojo oscuro o pardo oscuros debido al alto contenido de Fe y de reacción química y saturación en bases relativamente altos. Las arcillas resultantes tienden a ser caloinita y haloisita si el suelo es bien drenado, pero resultan montmorillonitas si es mal drenado o en regiones con una estación seca muy marcada. En general sobre estas rocas se generan humus básicos.

Cenizas volcánicas: las cenizas volcánicas como materiales originales son muy extendidas en las regiones de actividad volcánica como el cinturón del Pacífico. Ocupan importantes extensiones en el oeste de Sudamérica, noroeste de América del Norte, Japón, Indonesia, etc.

Las cenizas volcánicas, en su mayoría de composición básica (andesítica o basáltica), imparte propiedades distintivas a los suelos en un amplio rango de condiciones climáticas, generando un proceso de intrazonalidad que se denomina **andolización**. Uno de los principales rasgos de los suelos resultantes es la presencia de **alofano**, un aluminosilicato amorfo con el cual una abundante cantidad de materia orgánica es complejada en la parte superior del solum.

Sin embargo, en las regiones áridas o con estación seca pronunciada, la montmorillonita puede resultar el mineral dominante.

LITOSECUENCIAS

Constituyen un conjunto de suelos con propiedades diferentes resultantes de diferencias debidas solamente al material original, mientras que los restantes factores de formación permanecen constantes.

LA EDAD

No resulta fácil hablar del factor tiempo en términos absolutos por que la velocidad de los procesos de alteración y por lo tanto la duración de los procesos de evolución del suelo, depende de la acción diferencial de los otros factores de formación como el clima y la naturaleza de la roca madre.

Pero puede establecerse la edad de los suelos en términos relativos, definiendo diferentes fases en la evolución del suelo.

Cuando el material original es puesto en superficie, por la erosión por ejemplo, el suelo es inexistente, es el tiempo 0 en su evolución. Las características dominantes son las del material original. Un suelo joven ha sufrido un principio de evolución, pero ofrece todavía propiedades muy vecina a las de la roca madre.

Un suelo maduro es un suelo que ha terminado su evolución, que se encuentra en equilibrio con el bioclima, siendo por lo tanto estable. Si la vegetación corresponde al climax de la región considerada, se puede hablar de suelo climácico, pedoclimax o climax edáfico. En esta fase, las propiedades adquiridas durante la pedogénesis dominan sobre las heredadas del material original.

Con el correr del tiempo un suelo maduro se transforma en un suelo viejo, en el cual las características adquiridas predominan netamente, siendo difícil distinguir las heredadas del material original. Un suelo viejo o senil ha llegado al término de su evolución mostrando un marcado predominio de materiales muy resistentes a la alteración. Existen igualmente suelos degradados, que son suelos que han sufrido una evolución diferente de la normal, por la acción de procesos que en general son desencadenados por el hombre (Suelos erosionados, salinizados, etc.)

Existen igualmente suelos que son el resultado de una evolución muy vieja, bajo condiciones de clima y vegetación diferentes a las reinantes actualmente.

Si estos suelos se encuentran en la superficie se los llama paleosoles o suelos relictos y si se encuentran sepultados por depósitos o suelos más recientes, constituyen los suelos fósiles.

DIFERENTES TIPOS DE EVOLUCIÓN

Cuando un material mineral aflora (como consecuencia de la erosión o de aportes), es colonizado progresivamente por la vegetación, primero herbácea, luego arbustiva y por último forestal si el clima lo permite. Al mismo tiempo se desarrolla el perfil, al principio por formación de un simple horizonte húmico (perfil AC), y luego por formación de horizontes minerales de tipo Bw, Bt, Bhs, Bo, etc.; a cada etapa o fase de evolución de la vegetación, corresponde una fase de evolución del perfil. Al cabo de un tiempo determinado se alcanza un cierto estado de equilibrio estable, que caracteriza tanto a la vegetación como al suelo correspondiente.

Cada etapa de esta evolución puede ser considerada como un ecosistema. La sucesión de estos ecosistemas, conduce a un ecosistema estable llamado climax. Esta evolución que tiende al climax, se llama evolución progresiva. Por el contrario, un retorno a la fase inicial del material desnudo o poco transformado, provocado generalmente por la erosión o por una alteración en la vegetación, se denomina evolución regresiva.

CRONOSECUENCIAS

Un conjunto de suelos diferenciados sólo por la edad de sus materiales originales, permaneciendo constantes los restantes factores de formación constituyen una cronosecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- **BUOL, S. W.; F. D. HOLE and McCracken.** 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press. Ames.
- **DUCHAUFOR, Ph.** 1965. Précis de Pédologie. 2me. Edition. Masson et Cie, Editeurs. Paris.
- **DUCHAUFOR, Ph.** 1987. Manual de Edafología. Masson, s.a. Barcelona.
- **VAN WAMBEKE, A. y C.O. SCOPPA.** 1980. Las Taxas Climáticas de los Suelos Argentinos. Pub. N°168. INTA. CIRN. Buenos Aires.

w w w . e d a f o l o g i a . c o m . a r