

Sección 2

Indicadores Técnicos de Calidad de Suelo

**El suelo continuara
siendo el recurso natural
más importante
para la humanidad, la
cual siempre necesitara
de alimento
y de fibra para su
subsistencia**



SECCION 2

Indicadores Técnicos de Calidad de Suelo

- 2.1. Introducción
 - 2.1.1. Objetivos
 - 2.1.2. Estructura de la Sección
 - 2.1.3. Preguntas Orientadoras
- 2.2. Importancia del Suelo
- 2.3. Factores y Procesos de Formación de Suelos
 - 2.3.1. Factores de Formación de Suelos
 - 2.3.2. Procesos de Formación de Suelo
- 2.4. Propiedades de los Indicadores de Calidad de Suelo
 - 2.4.1. Propiedades Físicas
 - 2.4.2. Propiedades Químicas
 - 2.4.3. Propiedades Biológicas
 - 2.4.4. Propiedades Permanentes y Modificables
- 2.5. Ejercicios

Ejercicio 2.5.1. Identificación de Factores y Procesos de Formación de Suelo

Ejercicio 2.5.2. Factores de Formación

Ejercicio 2.5.3. Procesos de Formación

Ejercicio 2.5.1. Información de Retorno

Ejercicio 2.5.2. Información de Retorno

Ejercicio 2.5.3. Información de Retorno

2.6. Resumen

2.7. Bibliografía

2.1. Introducción

Los suelos son cuerpos naturales de la superficie de la tierra que contienen componentes sólidos, líquidos, gaseosos y bióticos en combinaciones variables. Las variaciones se generan a través de procesos naturales y humanos que afectan la calidad del suelo. La evaluación de la calidad del suelo varía dependiendo de la apreciación de sus diferentes usuarios. Según Brady 1974 la evaluación de los conceptos modernos sobre suelo incorpora dos fuentes básicas de conocimiento. Primero, el conocimiento práctico acumulado a lo largo del tiempo, y que constituía la única información disponible antes del advenimiento de la ciencia moderna. Este conocimiento indígena no ha sido suficientemente apreciado, a pesar de ser una fuente alternativa valiosa de información acerca de los suelos y su manejo. Segundo, el conocimiento adquirido a través de la aplicación del método científico, a través de la edafología (estudio de las propiedades del suelo y sus relaciones en el funcionamiento del suelo), y de la pedología o clasificación de suelos.

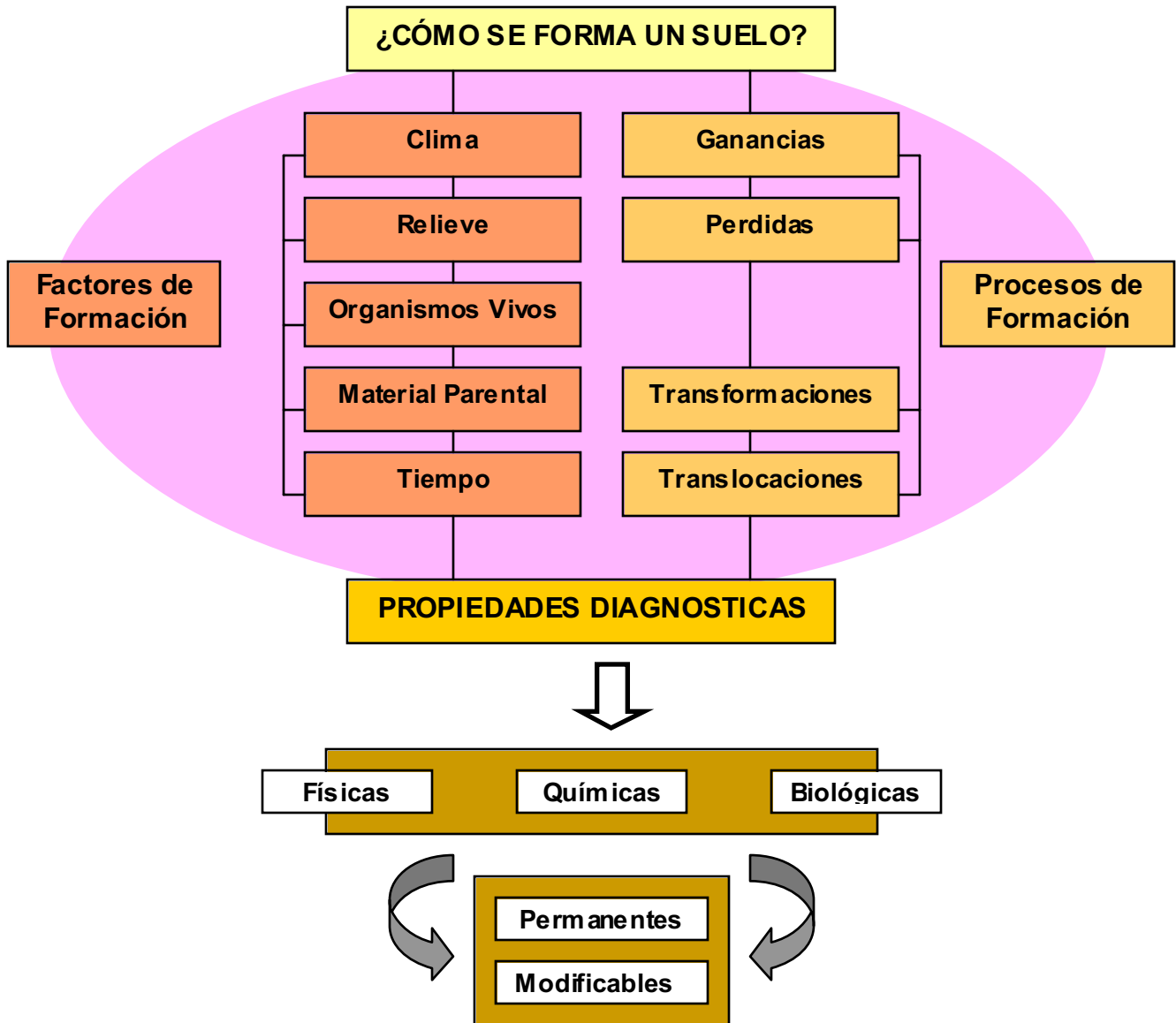
Esta guía promueve el conocimiento sobre el uso agrícola del suelo tanto a través de términos técnicos como a partir de las experiencias de los agricultores de manera que productor y técnico compactan sus conocimientos y entiendan ya analicen el origen, la evolución y la distribución de los suelos. En esta sección se presenta un marco de referencia teórico que usa un modelo simplificado de formación de suelos que aplica conceptos modernos de pedología y edafología.

2.1.1. Objetivos

A través del estudio de esta sección usted estará en capacidad de:

- Diferenciar los factores y procesos de formación de suelo a través de un modelo simplificado de formación de suelo.
- Describir los factores y procesos que afectan la formación de un suelo.
- Identificar propiedades físicas, químicas y biológicas y diferenciar las que son permanentes y las que son modificables.

2.1.2. Estructura de la Sección



2.1.3. Preguntas Orientadoras

Antes de iniciar el estudio de esta sección le invitamos a responder las preguntas que aparecen a continuación, las cuales le orientaran acerca del contenido de la misma:

1. ¿Cómo afectan los suelos nuestra vida diaria?
2. ¿Cómo se forma un suelo?
3. ¿Que es un factor de formación de suelos?
4. ¿Que es un proceso de formación de suelos?
5. ¿Cuál es una propiedad permanente de un suelo, y cual es una modificable?

2.2. Importancia del Suelo

El suelo es importante como recurso natural y como medio para el crecimiento de las plantas porque:

- Constituye la base para los recursos naturales renovables (flora y fauna)
- Proporciona alimento a la población y constituye el recurso básico para la supervivencia de la población más pobre.
- Es un filtro de los desechos de la actividad humana y un reservorio de agua para los cultivos.
- No es un recurso natural renovable.

Como medio para el crecimiento de las plantas:

- Sirve para anclar las raíces de las plantas
- Proporciona agua a las plantas
- Proporciona aire para la respiración de las raíces de la planta
- Proporciona minerales para la nutrición de la planta

2.3. Factores y Procesos de Formación de Suelos

A medida que los suelos se desarrollan en el paisaje, se van formando diferentes capas de suelo llamadas horizontes.

Estos difieren unos de otros en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La formación de suelos es la evolución de los horizontes a través de varios procesos y factores de formación de suelo. La comprensión de los procesos de formación de suelo es útil en la identificación de suelos para diferentes usos.

2.3.1. Factores de Formación de Suelos

Un factor de formación de suelo es un elemento, parte de un elemento o agente que favorece un resultado dado. En este caso los factores de formación de suelo son aquellos elementos que participan como agentes causales de desarrollo.

Estos son el clima, el material parental, el relieve, los organismos vivos y el tiempo.

En términos simples, el tipo de suelo que se desarrolla depende del periodo en que el material parental, en una topografía específica está expuesto a los efectos del clima y de los organismos vivos. Por ejemplo, en un clima árido y frío con una topografía desigual, la evolución del suelo está determinada por el relieve, la disponibilidad de humedad y las bajas temperaturas que se convierten en un sustrato menos favorable para el desarrollo de organismos incluyendo plantas y animales. Otro ejemplo es el de suelos formados en un relieve plano donde la principal característica que favorece la evolución del suelo es la tendencia a acumular sedimentos de las colinas aledañas, como resultado de procesos erosivos.

Clima

Se considera que el clima es el factor más importante en la formación y evolución de los suelos, siendo la temperatura y la lluvia los componentes que influyen en mayor medida. Sus efectos están muy relacionados con el control de las tasas de procesos físicos, químicos y biológicos, (especialmente producción y descomposición de materia orgánica). En términos generales se considera que si el clima es muy variable y contrastante se vuelve un factor de gran influencia y tiende a determinar la formación de un suelo.

Relieve

A veces el relieve es referido como topografía. Contribuye a la formación de suelos más que todo a través de su influencia sobre la erosión y drenaje del suelo (acelerando o retardando el proceso de formación). Por ejemplo los perfiles de suelo en pendientes son áridos debido a las altas tasas de erosión. Por otro lado, el drenaje en las colinas y tierras altas es bueno y permite una formación más rápida de suelos que en tierras bajas donde el drenaje pobre de los suelos resulta en una formación lenta y una alta acumulación de materia orgánica debida a una descomposición más lenta.

Material Parental

Este es el sustrato o material del cual se desarrollan los suelos. Aproximadamente el 99% de los suelos se han desarrollado a partir de material parental mineral que se deriva del desgaste de la roca madre. El resto se han desarrollado a partir de depósitos orgánicos principalmente de origen vegetal formados en pantanos y tierras inundadas. El material parental difiere en su composición y resistencia a la degradación.

Los materiales parentales tienen influencia en las características físicas y químicas de los suelos, pero la mayor correlación es con la textura. Aquellos

materiales con alto contenido de cuarzo tienden a descomponerse para formar suelos arenosos mientras que las rocas básicas y los sedimentos granulados finos se descomponen en suelos de textura fina. Pero el mismo tipo de material parental puede dar origen a diferentes suelos dependiendo de la naturaleza de otros factores particularmente el clima. Por ejemplo el basalto puede desarrollarse en un suelo rojo altamente descompuesto (ferralsol) en los trópicos húmedos o en un suelo negro algodón (vertisol) en los trópicos semiáridos.

Organismos Vivos

Cada organismo viviente sobre la tierra tiene el potencial de afectar el desarrollo de los suelos. Los que tienen influencia directa pueden ser agrupados como plantas altas, vertebrados, macroorganismos y microorganismos. La mayor contribución de las plantas altas es a través de la adición de materia orgánica que varía en cantidad y calidad de acuerdo con las comunidades de plantas. Las raíces de las plantas altas pueden entrelazarse y prevenir la erosión, desintegrar físicamente materiales sólidos, extraer y reciclar nutrientes entre diferentes horizontes y dejar una red de túneles después de su muerte. Algunos vertebrados incluyendo los conejos y las liebres escarban dentro de los suelos y los mezclan. Los macro y micro organismos ejercen una fuerte influencia en la formación de suelos dado el rol que juegan en la descomposición de la materia orgánica en la redistribución y reciclaje de nutrientes y en la transformación de esos nutrientes en formas necesarias para la nutrición de las plantas.

Tiempo

El grado en el que otros factores de formación del suelo expresan sus efectos es una función del tiempo durante el cual ellos han operado. En general los suelos desarrollados sobre depósitos aluviales no han tenido suficiente tiempo para evolucionar como en el caso de suelos desarrollados en otros paisajes. Los suelos más viejos, como aquellos en las áreas del trópico húmedo, generalmente tienen perfiles más profundos están más descompuestos, contienen horizontes gruesos y han perdido sus nutrientes.

2.3.2. Procesos de Formación de Suelo

Estos son procesos condicionantes que podrían causar el mismo grupo de factores de formación de suelo para generar diferentes tipos de suelos a partir de un material parental dado. La formación de horizontes de suelo es el resultado de ganancias, pérdidas, transformaciones y translocaciones diferenciales (procesos de formación de suelos) que ocurren a lo largo del tiempo dentro del perfil del material parental. Estos son procesos naturales o dirigidos por el hombre (ver recuadro).

Los suelos ganan a partir de diferentes tipos de depósitos, tanto benéficos (por ejemplo fertilizantes minerales) como perjudiciales (por ejemplo desperdicios

tóxicos). Los depósitos pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos y pueden ser de naturaleza mineral o biológica. Existe una relación entre los procesos de ganancia y pérdida tal que los agentes que afectan uno de esos procesos, también afectan el otro. Por ejemplo, el viento y el agua erosionan (pérdida) y depositan materiales (ganancia). La transformación se refiere a la modificación de partículas minerales y orgánicas a través de procesos biofísicos y químicos, y la translocación es un proceso que incluye el movimiento físico de componentes del suelo en el perfil como la aluviación de arcilla.

Ejemplos de procesos naturales y dirigidos por el hombre

Procesos naturales

Movimiento de partículas de suelo y nutrientes a lo largo de la pendiente a través de erosión y depósito.

Erosión por el viento y depósito de polvo.

Aumento y disminución de la fertilidad del suelo debida al movimiento del agua.

Movimiento de arcillas dentro del suelo.

Toma de nutrientes por parte de especies de raíces profundas.

Fijación biológica de nitrógeno

Acumulación de fósforo micorrizal

Procesos Dirigidos por el Hombre

Importación de fertilizantes orgánicos y minerales.

Transporte de heces y residuos a los campos

Transporte de los productos agrícolas a las casas a las ciudades y a otras áreas.

Quema de vegetación y de residuos.

2.4. Propiedades de los Indicadores de Calidad de Suelo

Los indicadores de calidad de suelo se relacionan con el uso y manejo de los suelos y pueden ser vistos como prerequisites de la fertilidad del suelo. Sus propiedades son de naturaleza física, química y biológica.

2.4.1. Propiedades Físicas

Estas son propiedades que agregan a la apariencia y tacto del suelo. Por la observación del color del suelo por ejemplo, uno puede estimar su contenido de materia orgánica, su contenido de hierro y su drenaje. Mediante la palpación del suelo uno puede estimar el tipo y tamaño de las partículas que la constituyen. Las propiedades físicas del suelo están controladas por la relativa abundancia de partículas del suelo de diferentes tamaños y puede estar agrupadas en dos:

- Propiedades primarias: textura, estructura, color, consistencia, densidad y temperatura.
- Propiedades derivadas: porosidad, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aire, compactación y profundidad efectiva.

Textura

La descomposición de rocas y minerales resulta en un rango amplio en el tamaño de las partículas; de piedras a grava, a arena, a arcilla. La textura del suelo se refiere a la relativa proporción de arena y arcilla en el suelo. La textura es responsable por la fertilidad potencial, la ventilación, la permeabilidad, la profundidad efectiva y la humedad de los suelos. Por ejemplo, un suelo arenoso absorberá y liberará agua muy fácilmente, es decir, permitiendo una absorción y filtración más rápida. También tiene una mayor capacidad para la absorción de nutrientes. Un suelo arcilloso retiene agua y nutrientes por largo tiempo pero no está bien ventilado.

Estructura

Las partículas de suelo están típicamente organizadas en partículas secundarias llamadas agregados. La forma, tamaño y organización de los agregados define la estructura del suelo. La formación de estructura está influenciada por la composición de materia orgánica, óxidos e hidróxidos de hierro y fracciones de arcilla. Afecta la absorción de agua, el drenaje, la ventilación y el desarrollo de raíces. La estructura del suelo especialmente la cubierta superficial puede cambiarse a través del arado o los cultivos.

Color

El color del suelo es quizás su propiedad más obvia a pesar de que realmente tiene muy poco efecto sobre el suelo. Los colores del suelo varían de negro a casi blanco y desde rojo hasta amarillo. Los colores son una medida indirecta de otras características importantes del suelo como la materia orgánica, la temperatura, la humedad y el material parental.

Consistencia

La consistencia es la resistencia del suelo a deformación bajo condiciones específicas de humedad. Está determinada por las propiedades cohesivas y adhesivas de la masa del suelo. Es un indicador de calidad de suelo muy relacionado con el tipo de arcilla que contiene y tiene una notable influencia en la arabilidad del suelo y en la profundidad del enraizamiento.

Densidad

Esta se refiere a la masa (peso) por unidad de volumen de suelo. La distinción se hace entre densidad de partícula y densidad de bloque. La primera considera solo el volumen de partículas sólidas de suelo mientras que la última es el volumen del sólido y el espacio que ocupan los poros internos. Los suelos difieren en densidad debido a sus diferencias en textura, tipos de minerales y cantidad de materia orgánica. Las propiedades tales como la retención de agua y el intercambio de gases están ligados a la densidad ya que se relaciona con la cantidad y forma de los poros.

Temperatura

La temperatura del suelo es una reflexión de la energía solar que llega a la superficie de la tierra. Los procesos químicos del suelo y las actividades de los organismos del suelo dependen de la temperatura. En los trópicos las temperaturas muy altas o muy bajas, así como los cambios repentinos de temperatura durante el día influyen en la tasa de formación de los suelos.

Porosidad

El espacio formado por los poros también llamado porosidad, es la porción de suelo no ocupada por partículas sólidas de suelo y que esta ocupada por aire o por agua. La organización de las partículas sólidas de suelo determina la cantidad de espacio poral. Se considera que los suelos tienen cerca del 50% de porosidad la cual es importante para el movimiento y retención de agua, la difusión de gases, la penetración de raíces, la regulación de la temperatura y la actividad biológica del suelo. Los espacios ocurren en los suelos como macroporos (grandes) y microporos (pequeños).

Capacidad de Retención de Aire

Esta propiedad del suelo se determina por la cantidad de macroporos (>0.05 mm) en el espacio poral que facilitan el movimiento de gases usados o liberados durante las actividades de los organismos vivos del suelo.

Capacidad de Retención de Agua

Esta se relaciona con la cantidad de agua disponible para la planta que un suelo puede retener. Es la diferencia entre el agua retenida por el suelo, disponible para ser usada por las plantas (capacidad de campo) y el agua retenida pero no disponible para las plantas. Esta propiedad está relacionada con la naturaleza de las superficies y de los poros del suelo. Los microporos retienen o mantienen la humedad del suelo.

Compactación

La compactación es el resultado de alterar la porosidad del suelo debido a los efectos de largo plazo que causan los cultivos y el arado. La compactación disminuye el espacio total de poros y aumenta la densidad de bloque. Las operaciones de arado usualmente aumentan el espacio poral y disminuye la densidad de bloque. La maquinaria agrícola tiene un alto potencial para compactar el suelo.

Profundidad Efectiva

Este indicador se refiere a la profundidad que las raíces pueden alcanzar antes de confrontar cualquier obstáculo físico o químico. Los suelos profundos permiten la penetración de las raíces hacia abajo y hacia los lados y ofrecen un mayor potencial al suelo para proporcionarle a la planta los nutrientes y el agua requeridos. Es por lo tanto una de las propiedades más importantes que determinan el potencial del suelo para los cultivos.

2.4.2. Propiedades Químicas

Las propiedades químicas del suelo indican los niveles de componentes orgánicos e inorgánicos y su influencia en la producción y productividad de los cultivos. Los indicadores mas importantes son el pH, el contenido de materia orgánica y la capacidad para el intercambio de cationes.

pH

El pH del suelo es la medida de la cantidad de ácidos o álcalis en el suelo. La escala de pH que se extiende desde 0 hasta 14 muestra esta propiedad del suelo. Los valores de pH por debajo de 7 son acidicos y aquello por encima de 7 son básicos o alcalinos. Un suelo que tiene un pH de 7 es un suelo neutro. El pH del suelo tiene una influencia directa sobre las propiedades físicas, químicas (disponibilidad de nutrientes) y biológicas (actividad microbiana) características que afectan el crecimiento de los cultivos. El pH de la mayoría de los suelos agrícolas varia en un rango de 4.5 a 8.5. Los suelos alcalinos tienen valores de pH superiores a 8.5.

Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo esta constituida por raíces, residuos de planta y organismos del suelo en diferente estados de descomposición. Tienen un gran impacto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La materia orgánica en el suelo le da una buena estructura y le permite absorber agua y retener nutrientes. También facilita el crecimiento y vida de la biota del suelo proporcionándole energía de los componentes de carbono, nitrógeno para la fomación de proteínas y otros nutrientes. Algunos de los nutrientes en el suelo están en la materia orgánica, reteniendo casi todo el nitrógeno, una gran cantidad de fósforo y sulfuro. Cuando la materia orgánica se descompone se

liberan nutrientes dentro del suelo para ser usados por la planta. Por lo tanto, la cantidad y tipo de materia orgánica en el suelo determina la cantidad y disponibilidad de estos nutrientes en el suelo. También afecta su color.

Capacidad de Intercambio de Cationes

Una de las propiedades del humus y de los minerales de arcilla (coloides) en el suelo es que tienen una carga negativa que les permite retener magnéticamente nutrientes cargados positivamente (cationes, por ejemplo K^+ , Ca^{++}) sobre sus superficies. Esto es importante para reducir las pérdidas de nutrientes. Estos nutrientes pueden ser intercambiados con los que están disueltos en la solución alrededor de los coloides. Dadas las variaciones en la estructura de los coloides, los suelos tienen una variedad amplia de habilidad para absorber cationes. La capacidad para el intercambio de cationes es una medida de la habilidad del suelo para absorber cationes o de las cargas negativas del suelo que surgen de su contenido de humus y arcilla. En contraste elementos nutricionales cargados negativamente (aniones, por ejemplo NO_3^-) son rechazados por la carga negativa de los minerales de humus y arcilla y permanecen en la solución de agua y por lo tanto tienen tendencia a la dilución.

El proceso de absorción de nutrientes y su liberación en la solución de suelo es llamado intercambio de cationes. Este proceso es importante para la nutrición de las plantas. Cuando el suelo es incapaz de liberar los nutrientes requeridos por la planta se hacen necesario aplicar fertilizantes naturales o artificiales. Los fertilizantes agregados se disuelven; algunos de los cationes son absorbidos por la planta mientras que otros pueden ser absorbidos por las superficies de los coloides. Los cationes intercambiables afectan la estructura del suelo. La presencia de suficiente de Na^+ sobre las superficies coloidales dispersan el suelo mientras que el Ca^{++} compacta el suelo.

2.4.3. Propiedades Biológicas

Las propiedades biológicas del suelo están relacionadas con la actividad de los organismos que viven en él. Los organismos del suelo (lombrices, termitas, hongos, bacterias, etc.) juegan un papel muy importante en la descomposición de los residuos orgánicos ya que ellos los fragmentan, ingieren y excretan y afectan sus características físicas y químicas. La actividad biológica, fácilmente observable es aquella que se lleva a cabo por organismos mas grandes (como las lombrices y las termitas) mientras que en la mayoría de los casos la actividad de los microorganismos no es tan fácil de observar. Hay también otros microorganismos benéficos como el rizobio fijador de nitrógeno que viven en asocio con las raíces de leguminosas y causan la formación de nódulos en las raíces de las plantas.

Los procesos biológicos son afectados directa o indirectamente por otras propiedades del suelo como la temperatura, la humedad, la ventilación, el pH, la

materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes. La actividad de los organismos del suelo y de la planta tiende a ser más intensiva en condiciones de humedad y alta temperatura en lugar de bajas temperaturas y condiciones de sequía.

2.4.4. Propiedades Permanentes y Modificables

Una forma alternativa de agrupar las propiedades indicadoras de calidad de suelo es su propio cambio a través del manejo agrícola, ganadero y/o forestal. Las propiedades pueden ser permanentes o modificables. Una propiedad permanente es aquella que ha sido determinada por los materiales parentales y por algunos factores de formación que pueden no cambiar en el corto plazo. La textura del suelo se considera como una propiedad permanente, debido a que es difícil cambiar la relativa distribución del tamaño de las partículas que constituyen una fracción fina (<2mm). De la misma manera en el corto plazo es muy difícil cambiar una colina pronunciada en la ladera.

Una propiedad modificable es aquella que puede ser alterada a través de acciones llevadas a cabo en forma regular sobre el suelo. Un ejemplo es la reducción en el contenido de materia orgánica en la parte superficial del suelo (0-15 cm) que ocurre a través de la estimulación de una mayor mineralización causada por prácticas como la quema periódica, el arado continuo y la erosión.

2.5 Ejercicios

Ejercicio 2.5.1. Identificación de Factores y Procesos de Formación de Suelo

Objetivo

Al finalizar este ejercicio usted podrá identificar los procesos y factores que contribuyen a la formación del suelo.

Hoja de Trabajo No. 1

Instrucciones

Con base en el conocimiento que usted tiene y en la información de esta sección identifique cuales de los siguientes son factores de formación o constituyen procesos de formación de suelos. Usted puede imprimir el formato que aparece a continuación y marcar en el papel una X al frente de cada uno de los factores o procesos de la lista. Mas adelante usted podrá confirmar sus respuestas

	Factores	Procesos
1. Clima		
2. Perdidas de Suelo		
3. Temperatura		
4. Precipitación		
5. Velocidad de Viento		
6. Nubosidad		
7. Ganancias de Suelo		
8. Humedad		
9. Relieve		
10. Material Parental		
11. Organismos		
12. Flora		
13. Fauna		
14. Translocaciones		
15. Luminosidad		
16. Pendiente		
17. Valle		
18. Pie de Monte		
19. Montaña		
20. Geología		
21. Erosión		
22. Práctica de Quema		
23. Depósitos Aluviales		
24. Incorporación de Rastrojo		

25. Transformaciones		
26. Movimiento de Arcillas		
27. Mineralogía de Arcilla		
28. Microorganismos		
29. Evolución		
30. Lavado		
31. Bosque		
32. Pasturas		

Ejercicio 2.5.2. Factores de Formación

Hoja de Trabajo No. 2

Instrucciones

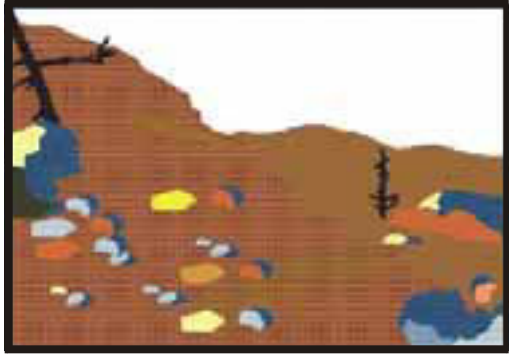
Tomando como referencia los dibujos del lado izquierdo de la hoja de trabajo, escriba en la línea de abajo el factor de formación de suelo que se relaciona con el dibujo. Luego escriba en los espacios de la columna de la derecha aquellos elementos que participan en el factor de formación identificado.



1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____



1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Ejercicio 2.5.3 Procesos de Formación

Hoja de Trabajo No. 3

Instrucciones

Tomando como referencia los dibujos en el margen izquierdo, escriba en la línea de debajo de cada dibujo el proceso de formación de suelo que se relaciona con el. Luego escriba en la columna de la derecha aquellos elementos que participan en el proceso de formación identificado.



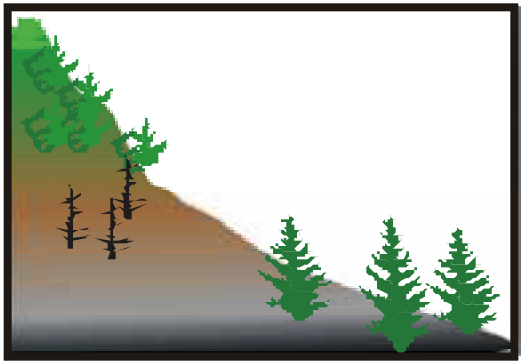
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Ejercicio 2.5.1 Identificación de Factores y Procesos de Formación de Suelos

Información de Retorno

Para la Hoja de Trabajo No. 1

	Factores	Procesos
1. Clima	X	
2. Pérdida de Suelo	X	
3. Temperatura	X	
4. Precipitación	X	
5. Velocidad de Viento	X	
6. Nubosidad	X	
7. Ganancias de Suelo		X
8. Humedad	X	
9. Relieve	X	
10. Material Parental	X	
11. Organismos	X	
12. Flora	X	
13. Fauna	X	
14. Translocaciones		X
15. Luminosidad	X	
16. Pendiente	X	
17. Valle	X	
18. Pie de Monte	X	
19. Montaña	X	
20. Geología	X	
21. Erosión		X
22. Práctica de Quema		X
23. Depósitos Aluviales		X
24. Incorporación de Rastrojo		X
25. Transformaciones		X
26. Movimiento de Arcillas		X
27. Mineralogía de Arcillas	X	
28. Microorganismos	X	
29. Evolución	X	
30. Lavado		X
31. Bosque	X	
32. Pasturas	X	

**Ejercicio 2.5.2. Factores de Formación
Información de Retorno**

Para la Hoja de Trabajo No. 2



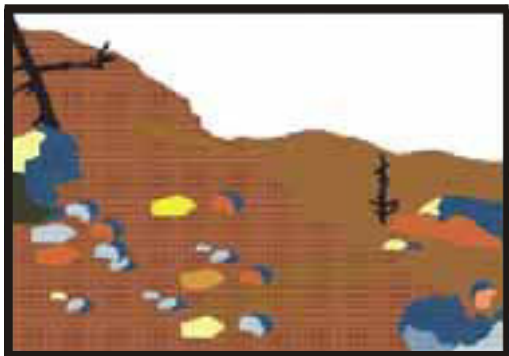
Clima

1. Temperatura
2. Precipitación
3. Luminosidad
4. Nubosidad
5. Viento
6. Neblina



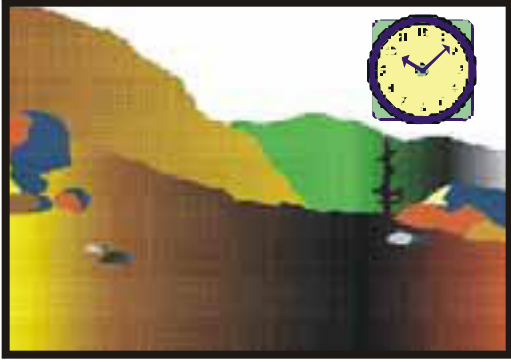
Relieve

1. Montañas
2. Valles
3. Pie de Monte
4. Lomas
5. Cerros
6. Llanos



Organismos

1. Animales
2. Plantas
3. Bacteria
4. Hongos
5. Lombrices de tierra
6. Líquenes



Tiempo

1. Evolución
2. Transformación
3. Edades Geológicas
4. Desarrollo
5. Cambio

**Ejercicio 2.5.3 Procesos de Formación
Información de Retorno**

Para la Hoja de Trabajo No. 3

Procesos de Formación



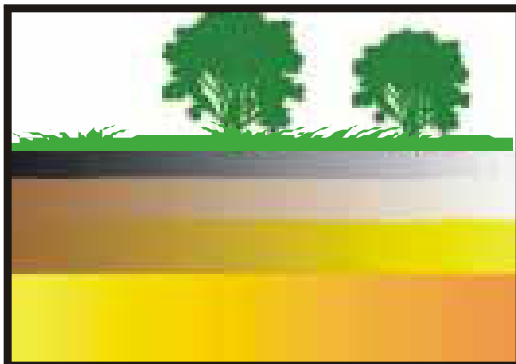
Ganancias

1. Depósitos Aluviales
2. Incorporación de Rastrojos
3. Fertilización
4. Enacalado
5. Minerales
6. Biológicas



Perdidas

2. Erosión (Lavado)
3. Practicas de Quema
4. Derrumbe
5. Reptación
6. Acidificación
7. Pendiente



Translocación

1. Movimiento de Arcillas
2. Movimiento de Sales
3. Movimiento Descendente
4. Movimiento Oblicuo
5. Movimiento Ascendente
6. Humus

2.6 Resumen

En esta sección hemos visto como diferenciar los diferentes procesos y factores de formación de suelo, como describir estos factores y procesos e identificar las propiedades físicas, químicas y biológicas.

En la siguiente sección identificaremos los indicadores locales de calidad de suelo y en la sección 4 integraremos estos indicadores con los de tipo técnico. Esta integración nos permite la formulación de un lenguaje común entre agricultores e investigadores el cual será esencial para permitir el intercambio de conocimientos e información.

2.7 Bibliografía

Anderson, J.M. and Ingram, J.S.I. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. CABI, Wallingford, UK.

Brady, N. 1974. The Nature and Properties of Soils. Macmillan, NY. Seventh Ed.

Defoer T. and Budelman A. Eds. 2000 Managing Soil Fertility in the Tropics. A Resource Guide for Participatory Learning and Action Research. KIT Publishers, The Netherlands.

FAO, 1984. Legume Inoculants and their Use: A Pocket Manual. FAO, Rome.

Fitzpatrick, E.A. 1986. An Introduction to Soil Science. Longman, UK. Second Ed.