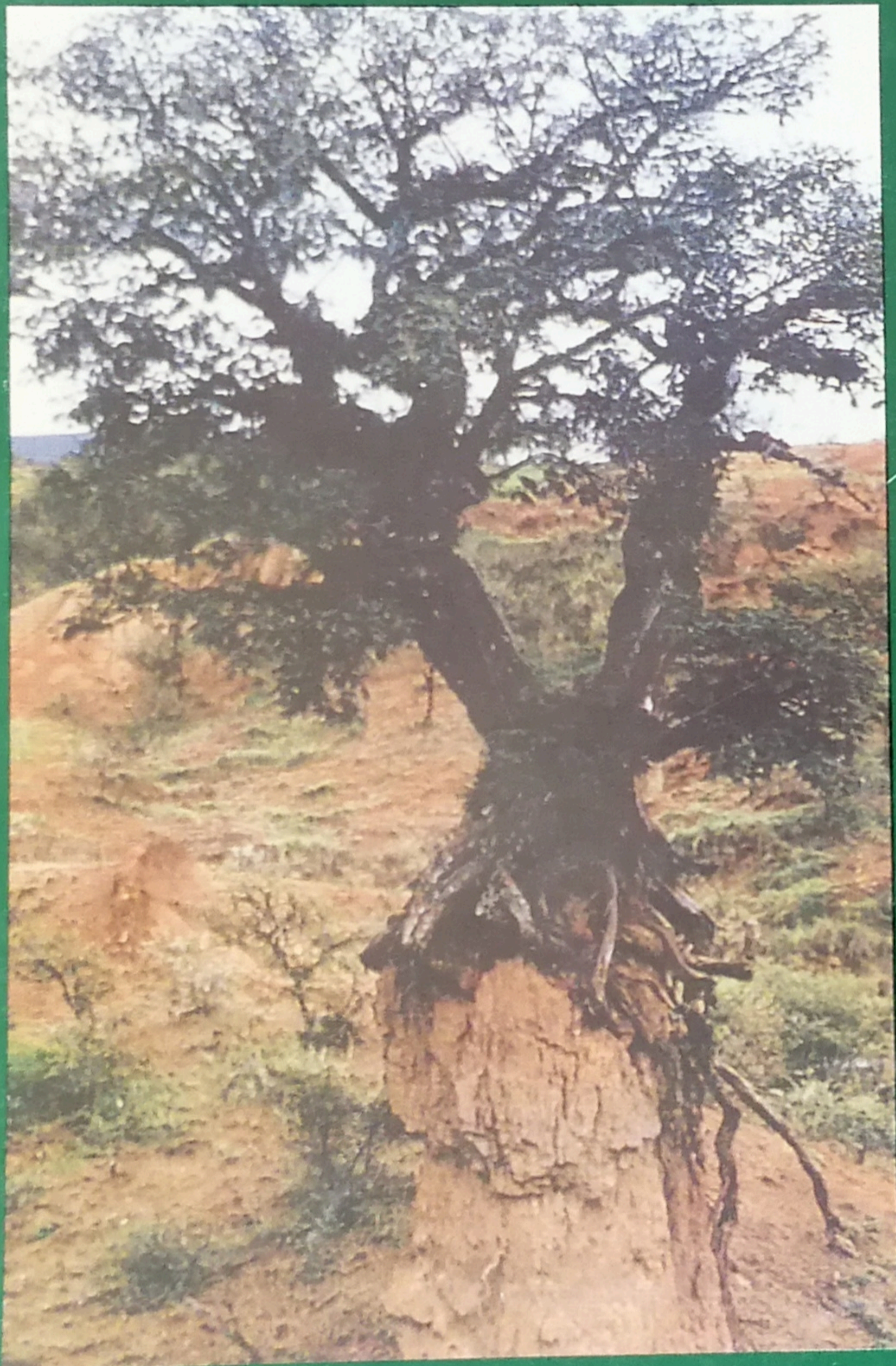


Bolivia Ecológica

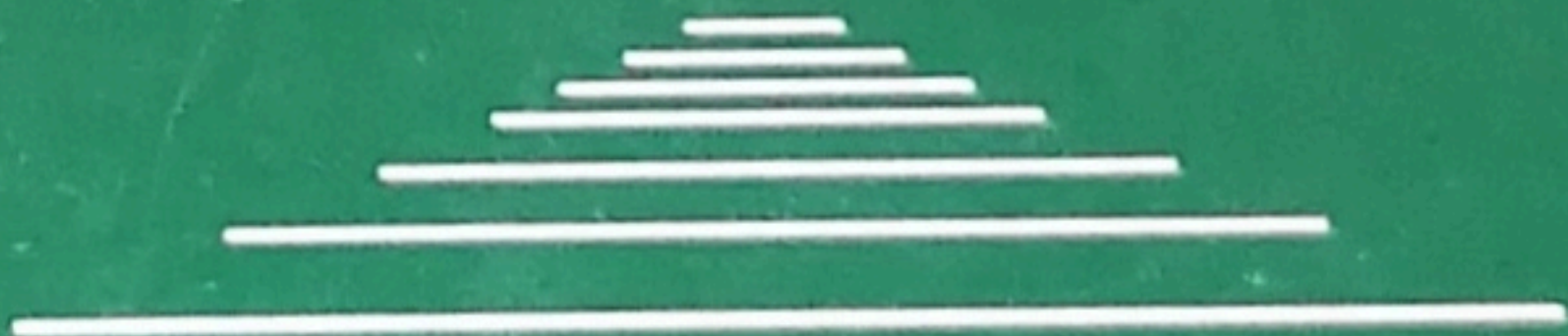
REVISTA TRIMESTRAL N° 6

AÑO 1997



EL SUELO

- El suelo
- Significado e importancia del suelo
- Características físicas del suelo
- Textura y estructura del suelo
- El suelo y las plantas
- El suelo como medio de vida
- Organismos del suelo
- Calidad del suelo
- Descripción de los suelos
- Climatología
- Clasificación de los climas
- Erosión del suelo
- Agentes de la erosión
- Tipos de erosión
- Mapa de erosión de suelos
- Desertificación de suelos
- ¿Qué es la desertificación?
- Factores principales que afectan al proceso de desertificación en Bolivia
- Superficie y porcentaje de las clases de índice de desertificación a nivel nacional
- Lucha contra la erosión en el valle de Tarija
- Bibliografía



FUNDACION SIMON I. PATIÑO

EDITOR

FUNDACION SIMON I. PATIÑO

DIRECTORA DE LA PUBLICACIÓN

Carmina Montoya Köster

COLABORACIÓN

Beatriz Ovando

FOTOGRAFIA PORTADA

Arbol de la Tipa, Cuaenca Camacho, Tarija
Máximo Libermann

DISEÑADOR GRÁFICO

María Gracia Sarabia A.

CO - AUSPICIO

EMBAJADA REAL DE LOS PAISES BAJOS

INDICE

• El suelo	pág. 1
• Significado e importancia del suelo	pág. 1
• Características físicas del suelo	pág. 1
• Textura y estructura del suelo	pág. 2
• El suelo y las plantas	pág. 3
• El suelo como medio de vida	pág. 4
• Organismos del suelo	pág. 4
• Calidad del suelo	pág. 5
• Descripción de los suelos	pág. 6
• Climatología	pág. 7
• Clasificación de los climas	pág. 8
• Erosión del suelo	pág. 8
• Agentes de la erosión	pág. 8
• Tipos de erosión	pág. 8
• Mapa de erosión de suelos	pág. 10
• Desertificación de suelos	pág. 12
• ¿Qué es la desertificación?	pág. 12
• Factores principales que afectan al proceso de desertificación en Bolivia	pág. 12
• Superficie y porcentaje de las clases de índice de desertificación a nivel nacional	pág. 14
• Lucha contra la erosión en el valle de Tarija	pág. 15
• Bibliografía	pág. 18

EL SUELO

El suelo es el resultado de la acción conjunta del clima y de los organismos vivos sobre la corteza terrestre. Está formado por una mezcla de partículas minerales y orgánicas, que resulta de la producción de fragmentos minerales pequeños por meteorización, la incorporación de materia orgánica por descomposición de tejidos vegetales y animales y la organización de estos elementos en capas más o menos definidas u horizontes, que forman el perfil del suelo.



SIGNIFICADO E IMPORTANCIA DEL SUELO

El suelo es un recurso muy importante para la vida, ocupándose de él una ciencia compartida entre la biología, la ecología, la geología y la agricultura que recibe el nombre de edafología. Puede muy bien decirse que lo que enten-

demus por suelo en sentido amplio comienza allí donde la corteza pierde su carácter geológico exclusivo.

En su formación intervienen tanto los procesos inorgánicos propios de la corteza como los orgánicos, que son exclusivos de los seres vivos que la pueblan.

Constituye la base física sobre la que comienza actuar el componente biológico en forma de residuos orgánicos y de la propia actividad de los organismos vivos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

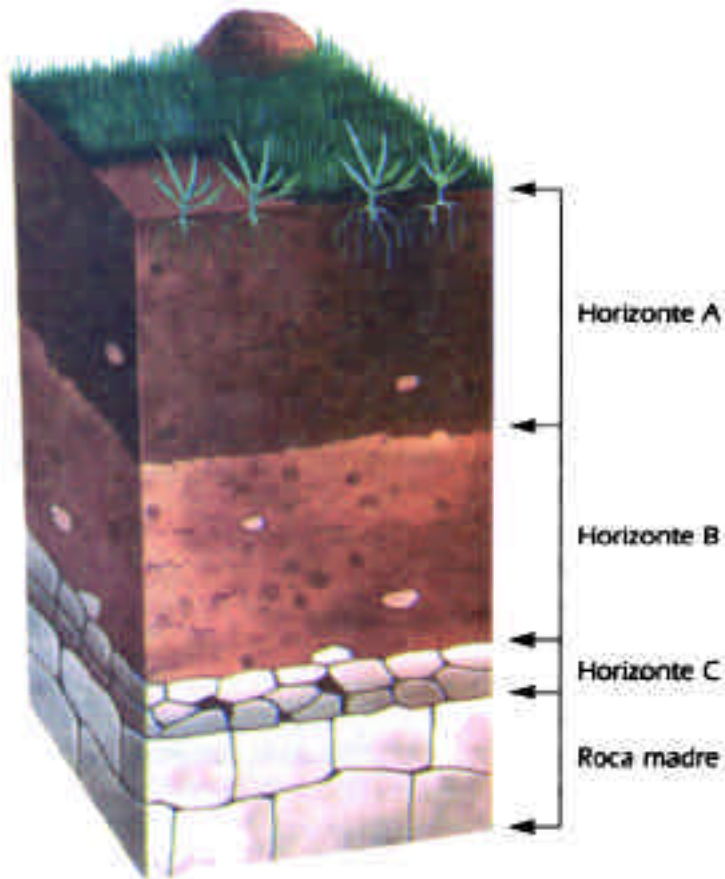
La composición de los suelos es variable, dependiendo en primer lugar, de la roca madre de la que proceden y en segundo lugar, de los componentes orgánicos que llevan incorporados.

La composición química por tanto, es muy diversa y esto se refleja en su color (tierras pardas, suelos negros, etc.) y en su textura, además, dependiendo del grado de maduración pueden contener elementos orgánicos apenas elaborados como restos de plantas y animales o productos de la actividad orgánica.

Ambos aspectos, tienen su expresión en el grado de alcalinidad y acidez del suelo, que se mide mediante el pH, de acuerdo a este factor, se distinguen tres tipos de suelos: básicos, neutros y ácidos.

Otro factor importante del suelo es la temperatura, que alcanza sus máximas diferencias en la superficie, pero que con relativa rapidez se mantiene estable a escasa profundidad, siendo éste un factor biológico muy importante.

En el estudio de los suelos se distinguen tres capas llamadas horizontes. El horizonte A comprende la zona de contacto con la atmósfera, con un predominio de la materia orgánica, ejemplo, el suelo típico del bosque o el humus. En el horizonte B, predomina el componente geológico, sometido a la influencia de los productos orgánicos generados en el horizonte A. Por último, el horizonte C, por debajo de los anteriores, apenas tiene influencias orgánicas y está formado por las primeras fases de degradación de la roca madre.



Según Morales (1988), un suelo típico puede estar compuesto por un 50% de materia sólida y un 50% de espacios intermedios o poros; estos poros están rellenos con agua o con aire por tanto, de la porosidad del suelo depende la circulación del agua, del aire y de la fauna.

Un suelo compacto o poco poroso obstaculiza la penetración del aire, del agua y de las raíces y la migración de los pequeños animales que quieren escapar de las heladas o del calor excesivo.

De acuerdo con el color que presenta el suelo, podemos estimar el contenido de materia orgánica, ejemplo:

Suelo oscuro: 4% de materia orgánica

Suelo café: entre 2 y 4% de materia orgánica

Suelo claro: 2% de materia orgánica

TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL SUELO

La textura del suelo, se define por las proporciones de partículas de varios tamaños que la componen [grava, arena, limo y arcilla). Cuando la textura no es uniforme, las partículas más pequeñas se acumulan en los espacios entre los mayores y la materia orgánica forma capas alrededor de los granos, formando agregados más o menos estables o grumos que determinan la estructura del suelo. (Morales, 1988)

El suelo provee a las plantas un soporte para las raíces y una reserva de agua, conteniendo nutrientes y minerales en solución que la vegetación necesita, como los iones NO_3^- , K^+ , P , Mg , Ca , etc. Muchos otros elementos son útiles para las plantas aunque en cantidades menores. Si alguno de estos microelementos faltara completamente, la planta mo-

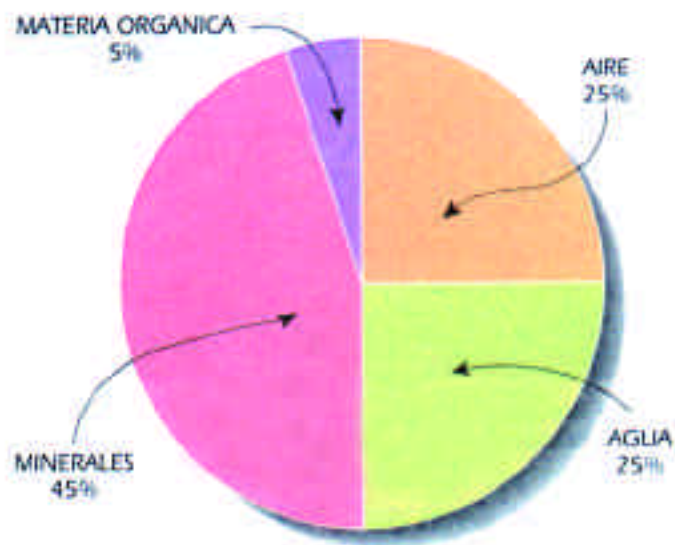
ría, igual que cuando faltan los macronutrientes, es decir, los minerales que precisa en mayor cantidad.

El componente más evidente de los suelos está formado por las partículas minerales, las cuales varían grandemente de tamaño. Así por ejemplo tenemos suelos de:

- grava gruesa: > 5 mm de tamaño de partícula
- grava fina: 2 - 5 mm
- arena gruesa: 0,2 - 2 mm
- arena fina: 0,02 - 0,2 mm
- limo: 0,002 - 0,02 mm
- arcilla: < 0,002 mm

Generalmente los suelos contienen una mezcla de estos componentes que determinan la textura del suelo.

EL SUELO Y LAS PLANTAS



En resumen, tenemos en el suelo:

- una parte sólida formada por materiales: mineral, orgánico y vivo (raíces, animales, bacterias y hongos).
- una parte líquida formada por agua y material disuelto.
- una parte gaseosa (nitrógeno, oxígeno, anhídrido carbónico).

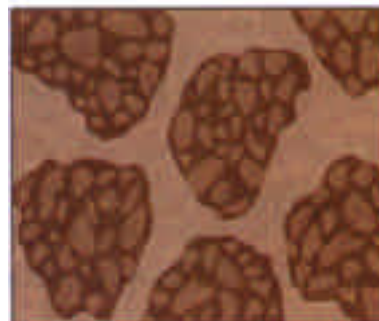
La textura y la estructura de los suelos determinan en gran parte sus propiedades y son importantes para el crecimiento de las plantas. Por ejemplo:



Un suelo arenoso es muy poroso y deja pasar rápidamente el agua que no puede retener.



Un suelo formado por arena y arcilla es muy compacto, poco permeable y no deja penetrar el agua.



Pero si la arena y la arcilla forman grupos separados por espacios porosos, el suelo se vuelve permeable y puede retener una cantidad considerable de agua, dejando penetrar las raíces de las plantas y las lombrices de la tierra.

EL SUELO COMO MEDIO DE VIDA

El suelo contiene millones de pequeños animales, bacterias y hongos que descomponen la materia orgánica muerta, forman humus y liberan materiales que sirven de nutrientes a las plantas (Morales, 1988).



Es necesario tomar en cuenta que cuando el hombre ha causado un empobrecimiento del suelo al remover una cosecha de plantas cultivables, hace falta reponer los elementos minerales perdidos sacados por las plantas aplicando algún tipo de abono.

LOS ORGANISMOS Y EL SUELO

Por organismos del suelo, se entienden la flora y la fauna del suelo:

La flora del suelo

El suelo es esencial para las plantas terrestres al proporcionarles los nutrientes que necesita y servirle de sustrato sobre el que crecer. Su naturaleza química y su pH condicionan la presencia de especies concretas y determinan la aparición de comunidades vegetales específicas. Sin embargo, es la actividad de éstas la que condiciona su posterior evolución. Se habla de plantas pioneras refiriéndose a aquellas especies rústicas que, con pocos nutrientes, son capaces de sobrevivir, generando suelo con su actividad y permitiendo después la colonización a especies más exigentes.



F. Díaz

Los líquenes crecen sobre la roca madre, descomponiéndola y creando de este modo el primer paso para la formación del suelo

Se debe tomar en cuenta que las raíces de la vegetación y las plantas que viven dentro del suelo, son microscópicas y constituyen la microflora.

La fauna del suelo



Al Daza

La lombriz de tierra traga pequeñas partículas para extraer de ellas las sustancias alimenticias y al expulsarlas en forma de material orgánico elaborado, contribuye a la fertilidad del terreno

La mayor parte de los animalitos que viven en el suelo se mantienen en los primeros 20 cm, excepto las lombrices que pueden cavar túneles a profundidades mucho mayores. La cantidad y el tamaño de los animales existentes en el suelo es muy variable, dependiendo de las regiones y de las condiciones del clima y del suelo.

En los suelos de bosques y praderas naturales, el número de animalitos es mayor que en los suelos cultivados que se trabajan cada año. En algunos suelos cultivados fértiles se pueden obtener hasta 2.5 toneladas de lombrices y otros animalitos por hectárea.

Los colémbolos son pequeños insectos primitivos desprovistos de alas. Los ácaros parecen arañas microscópicas. Ambos grupos, junto con las conocidas lombrices de tierra, juegan un rol muy importante en la descomposición de la materia orgánica, masticando y desmenuzando partes de plantas muertas.

Los pedazos pequeños que han pasado a través de su intestino son comida lista para las bacterias y los hongos que completan el proceso de descomposición y mineralización. El resultado es, por un lado, la liberación de algunos minerales que sirven de nutrientes a las plantas, y por otro, la acumulación de humus o material orgánico parcialmente descompuesto que mejora la estructura del suelo.

CALIDAD DEL SUELO

La calidad del suelo es controlada por varios factores, como las propiedades de la capa de rocas subyacentes (roca madre), el clima, la actividad de los organismos vivos, el relieve y el tiempo durante el cual los procesos de formación de suelos han podido actuar (Pirce, 1981).

En los paisajes montañosos, la elevación y el grado de pendiente son los factores principales en la génesis de los suelos. La altitud es determinante para el clima y la abundancia de organismos, mientras que un relieve marcado determina la poca estabilidad de las laderas, por esta razón, los suelos de montaña son usualmente jóvenes y poco profundos (Pirce, 1981).

Muñoz Reyes (1982), utiliza una clasificación de suelos basada en características climáticas de la región, dividiéndolos en:

- Suelos de las zonas tropicales y húmedas
- Suelos de los climas secos
- Suelos de las zonas templadas o mesotérmicas
- Suelos de clima frío
- Suelos polares o de alta montaña.

DESCRIPCION GENERAL DE LOS SUELOS

Es muy difícil realizar una descripción general de los suelos en Bolivia, debido a la enorme diversidad altitudinal y climática existente en el país. La creación de suelos a partir de múltiples factores geológicos, climatológicos y biológicos, hace que el resultado sea muy variable, por esta razón, solamente se pueden tratar de describir los principales suelos de acuerdo a un sistema de clasificación muy amplio y general.

Cochrane (1973), define un sistema de tierra como un área o grupo de áreas en las que existe un patrón repetido de topografía, suelos y vegetación. Estos sistemas de tierra han sido agrupados en regiones de tierra y provincias de tierra, de acuerdo a la estructura geológica que presentan.

En Bolivia se han descrito 208 sistemas de tierra que han sido agrupados según su ubicación geográfica, fisiográfica, altitud, geología, hidrología, clima, suelo, vegetación, potencial agrícola y vocación de producción animal, que se describen a continuación:

Cordillera Occidental

Los suelos de esta región son muy poco profundos, de color pardo amarillento a oscuro, textura franco arenosa con mucha grava, por lo general con material volcánico, cenizas y tobas.

Altiplano

El Altiplano puede dividirse en una región norte estacionalmente seca, que rodea los lagos Titicaca y Poopó, y las altiplanicies semiáridas del sur.

El área del Altiplano norte está cubierto por sedimentos de lagos desaparecidos. Los suelos de las llanuras lacustres son muy profundos y escasamente drenados, de textura arcillosa, el color superficial es pardo rojizo (Oroz, 1984).

Alrededor del Lago Titicaca, los suelos se caracterizan por una saturación temporal o permanente de sus poros, que determina una descomposición lenta de la materia orgánica por deficiencia de oxígeno.

En el Altiplano sur, los suelos derivan de cenizas volcánicas con una capa superficial de arena oscura, parte del paisaje está cubierto de dunas arenosas y salares (Gómez-Molina y Little, 1981).

Cordillera Oriental

Las laderas orientales de los Andes se caracterizan por ser muy húmedas, en forma general los suelos poseen una textura más gruesa en la superficie (franco arenosa) que en la profundidad (limosa y arcillosa), (Oroz, 1984).

En las laderas escarpadas, los suelos contienen grava, piedras y afloramientos rocosos. Su color es pardo oscuro.

Algunos valles aluviales presentan suelos profundos de color pardo rojizo.

Los Yungas

Los suelos en las zonas pendientes son moderadamente profundos, de color pardo oscuro, con textura franca en superficie y franco-arcillosa en el subsuelo.

Valles secos

Los valles están constituidos por sedimentos aluviales que forman suelos muy profundos, la textura varía entre franco arenosa y arcillosa, en algunos lugares son extremadamente erosionados, como por ejemplo la erosión edáfica en Tarja (Terrazas, 1986).

Los suelos de las laderas son susceptibles a la erosión con afloramientos rocosos, su color es pardo oscuro. En los valles existen suelos aluviales, franco arenosos con una o varias capas de grava en el perfil.

Piedemontano subandino

Suelos que se desarrollan sobre depósitos cuaternarios aluviales, son suelos profundos, de color pardo oscuro, con textura franco arenosa en la superficie y más arcillosa en la profundidad (Oroz, 1984).

Llanura Beniana

Los suelos son generalmente muy profundos con una textura franco arcillosa en superficie y una mayor cantidad de arcilla en el subsuelo (Beck, 1988).

En las zonas planas de las sabanas, los suelos son muy profundos, medianamente desarrollados, de color pardo grisáceo y textura franco arcillosa en la superficie y arcillosa en el subsuelo. En los bosques y en las llanuras aluviales a la ori-

lla de los ríos, los suelos son profundos de color pardo oscuro y textura franco arcillosa (Oroz, 1984).

Llanura Chaqueña

El suelo tiene una textura más gruesa, variando de franco arenosa en la superficie a arcillosa arenosa a mayor profundidad. El color es amarillento en los lugares ligeramente elevados y rojizo en las zonas más bajas.

Escudo Brasileño

Los suelos de las colinas son muy poco profundos, de color pardo amarillento y textura gruesa, franca arenosa con grava. En los valles, los suelos son profundos, presentan el mismo color, pero su textura es variable (Oroz, 1984).

Serranías Chiquitanas

Los suelos son muy poco profundos, presentan texturas franco arenosas o arenosas, tienen un color pardo rojizo y están asociados a un contacto lítico, con afloramientos rocosos. En general estos suelos son poco profundos (Muñoz Reyes, 1982).

CLIMATOLOGIA

El clima de Bolivia es muy variado debido principalmente a la orografía del territorio, observándose cambios climáticos producidos por la altitud sobre el nivel del mar a la cual se encuentran y por las variaciones en la dirección del movimiento de las masas de aire, que encuentran los obstáculos del relieve topográfico (Liebermann Cruz, et al. 1994).

CLASIFICACION DE LOS CLIMAS

Se han realizado en Bolivia clasificaciones del clima existente, según parámetros meteorológicos, los cuales contem-

plan principalmente la precipitación y la temperatura (Liebermann, 1994).

Koepen caracterizó las zonas climáticas en función a los parámetros temperatura y humedad, habiendo clasificado los siguientes tipos de climas:

- Climas tropicales
- Climas secos
- Climas templados
- Climas fríos

A los climas tropicales pertenecen regiones tales como el Chapare, con elevados valores de precipitación.

Los climas secos corresponden al chaco boliviano, el sur del departamento de Santa Cruz, la zona subandina, la vertiente occidental de la cordillera oriental y la región del altiplano sur que a su vez está clasificada como clima semi-desértico con inviernos secos.

Los climas templados corresponden a la zona aledaña al Lago Titicaca (templado, seco) y la zona de los valles (templado con invierno seco y caliente).

Los climas fríos corresponden principalmente a los de alta montaña (cumbres).

EROSION DEL SUELO

El término erosión proviene del verbo latino (erodere, que significa roer). Se refiere al desgaste de la superficie terrestre bajo la acción de los agentes erosivos, siendo los principales factores el viento, el clima y el agua y en las regiones montañosas la nieve y el hielo.

Es importante recalcar que la erosión se ve facilitada cuando los suelos se encuentran al descubierto o desnudos, es decir, un suelo que no cuenta con cobertura vegetal estará

constantemente expuesto a la erosión causada por la gota de lluvia o por el viento.

AGENTES DE LA EROSION

Los principales agentes de la erosión son: el agua y el viento, y en menor grado de importancia la temperatura y los agentes biológicos (Tórrez Ruiz, 1981).

El agua

Es el agente más importante de la erosión. La energía de la lluvia es usada tanto para desajustar las partículas del suelo como para transportarlas. En cualquier lugar que se registre escurrimiento superficial sobre el suelo, ocurrirá la erosión del mismo.

El viento

La erosión causada por el viento es también de gran importancia. El viento desprende, transporta y deposita las partículas del suelo. La arena u otras partículas de suelo al ser arrastradas por el viento son muy abrasivas y causan una gran erosión del suelo, desgastan y carcomen las rocas.

La temperatura

Los cambios de temperatura ocurridos entre el día y la noche provocan cambios a muy largo plazo en la superficie de las rocas que se cuarteán y descostran. Los cambios de temperatura estacional de verano e invierno tienen gran efecto en la masa de las rocas.

TIPOS DE EROSION

Existen dos tipos importantes de erosión. La producida por el agua, conocida como erosión hídrica y la producida por el viento o erosión eólica.

Erosión hídrica



Paisaje erosionado en el valle central de Tarija

La erosión causada por la lluvia, tal vez el tipo más importante de erosión, se debe a la acción dispersiva y al poder de transporte del agua que cae y escapa del suelo en forma de escurrimiento superficial. Si no hubiera escurrimiento superficial no habría erosión en zonas de baja precipitación.

Cuando una gota de agua de lluvia golpea un suelo seco, al caer, el suelo absorbe la gota de agua y se humedece, las gotas que caen posteriormente golpean la superficie del agua del suelo salpicando, rompiendo agregados y desprendiendo partículas de la masa del suelo que enturbian el

agua, y al quedar tales partículas en suspensión, el agua turbia penetra en el suelo y causa una obturación de los poros. Este continuo choque de las gotas compacta y acaba por sellar la superficie formando una costra en el suelo que reduce la infiltración y aumenta el escurrimiento superficial.

Erosión eólica



Erosión eólica en el departamento de Santa Cruz

La erosión producida por el viento es especialmente importante en zonas semiáridas, áridas y desérticas. Es una característica común dondequiera que haya terrenos de cultivos arenosos. Las tormentas de arena han constituido siempre un peligro para los habitantes de los desiertos. En algunos lugares desérticos, la erosión eólica llega a ser más importante que la hídrica (Tórrez Ruiz, 1981).

UNIDADES DE MAPEO

MAPA DE EROSION DE SUELOS

(Región árida, semiárida y subhúmeda seca de Bolivia)

El mapa preliminar de la erosión de suelos, que se ilustra, abarca en su totalidad a los departamentos de Oruro, Potosí, Chuquisaca y Tarija, el 32% de La Paz, el 33% de Santa Cruz y el 46% de Cochabamba.



V: PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL

V1: CONOS Y DOMOS

- V1.1/4HEA Conos volcánicos, con erosión fuerte.
- V1.1/5SHEA Conos volcánicos, con erosión muy fuerte.
- V1.2/4HEA Domos volcánicos o colinas, con erosión fuerte.
- V1.2/5SHEA Domos volcánicos o colinas, con erosión muy fuerte.

V2: MESETAS

- V2.1/4HEA Mesetas ignimbriticas, fuertemente disectadas, con erosión fuerte.
- V2.2/3SHEA Mesetas ignimbriticas, poco disectadas, con erosión moderada.

V3: LLANURAS DE PIEDEMORTE

- V3.1/2HEA Llanura de piedemonte, muy suavemente inclinada, con erosión ligera.
- V3.2/2HEB Llanura de piedemonte, plana a suavemente ondulada, con erosión ligera.
- V3.3/1B Llanura plana a muy suavemente ondulada, con áreas deficientemente drenadas y sin rasgos de erosión.

A: PROVINCIA FISIOGRAFICA DEL ALTIPLANO

A1: DOMOS Y MESETAS

- A1.1/4HEA Domos y mesetas volcánicos, con erosión fuerte.

A2: SERRANIAS

- A2.1/5HA Serranias ligeramente altas, con erosión muy fuerte.
- A2.2/5HA Serranias bajas con erosión muy fuerte.
- A2.3/5HA Serranias bajas, fuertemente disectadas, con erosión muy fuerte.

A3: COLINAS

- A3.1/4HA Colinas, con erosión fuerte.

A4: LLANURA ALUVIAL Y PIEDEMORTE

- A4.1/3HEA Llanura de piedemonte, con erosión moderada.
- A4.2/2HEB Llanura de piedemonte, ondulada, con erosión ligera.
- A4.3/1B Llanura aluvial, plana a muy suavemente ondulada, sin problemas de erosión.
- A4.4/2HEB Llanura aluvial, plana a suavemente deprimida, con erosión ligera.
- A4.5/1B Llanura de inundación y/o bofedales, sin problemas de erosión.

A5: DUNAS Y O ARENALES

- A5.1/7EA Dunas activas, con erosión eólica muy grave.
- A5.2/6EA Arenales y/o dunas, con erosión eólica grave.

C: PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LA CORDILLERA ORIENTAL

C1: SERRANIAS Y MONTAÑAS

- C1.1/4HB Serranias muy altas y macizas (montañas), de cimas redondeadas, con erosión fuerte.
- C1.2/4HB Serranias muy altas y escarpadas, con erosión fuerte.
- C1.3/5HB Serranias altas y muy escarpadas, con erosión muy fuerte.
- C1.4/5HB Serranias de altitud media y fuertemente disectadas, con erosión muy fuerte.
- C1.5/6HA Serranias en sinclinal de altitud media, con erosión grave.
- C1.6/5HA Serranias de altitud media y poco disectadas, algunas veces con coladas de lava, con erosión muy fuerte.
- C1.7/5HA Serranias de altitud media y poco disectadas, con erosión muy fuerte.
- C1.8/5HA Serranias de altitud media, moderadamente disectadas, con erosión muy fuerte.
- C1.9/5HA Serranias moderadamente altas y disectadas, con erosión muy fuerte.
- C1.10/4HA Serranias altas a muy altas, poco disectadas, con erosión fuerte.
- C1.11/6HA Serranias bajas a moderadamente altas, muy disectadas con erosión grave.
- C1.12/5HB Serranias altas, poco disectadas, con erosión muy fuerte.
- C1.13/6HB Serranias bajas a moderadamente altas, muy disectadas, con erosión grave.

- C1.14/4HB Serranias altas, moderadamente disectadas, con erosión fuerte.
- C1.15/4HB Serranias bajas a moderadamente altas y poco disectadas, con erosión fuerte.

C2: COLINAS

- C2.1/6HA Colinas moderadamente altas, muy disectadas, con erosión grave.
- C2.2/5HA Colinas bajas, muy disectadas, con erosión muy fuerte.
- C2.3/5HB Colinas bajas, muy disectadas, con erosión muy fuerte.
- C2.4/4HB Colinas moderadamente altas, poco disectadas, con erosión fuerte.

C3: VALLES

- C3.1/2HB Llanura aluvial y piedemonte, formando valles amplios, con erosión ligera.

- C3.2/2HB Llanura aluvial casi plana, formando valles moderadamente amplios, con erosión ligera.
- C3.3/4HA Llanura ondulada formando valles abiertos, con erosión fuerte.
- C3.4/3HEB Valles moderadamente amplios a suavemente ondulados, con erosión moderada.
- C3.5/7HA Valles amplios, ondulados, de origen fluvio-lacustre, con erosión muy grave.
- C3.6/4HB Valles angostos, rodeados de serranias en sinclinal, con erosión fuerte.

C4: DOMOS Y MESETAS

- C4.1/5HA Domos volcánicos muy escarpados, con erosión muy fuerte.
- C4.2/5HEA Meseta volcánica fuertemente disectada, con erosión muy fuerte.
- C4.3/4HEA Meseta volcánica ondulada y/o colinas disectadas, con erosión fuerte.

C5: ALTILLANURA

- C5.1/3HEA Altillanura suavemente ondulada, con erosión moderada.
- C5.2/2HA Altillanura plana a ondulada, con erosión ligera.
- C5.3/3HEB Altillanura plana a suavemente ondulada, con erosión moderada.
- C5.4/2HEB Altillanura plana, con erosión ligera.
- C5.5/3HB Altillanura ondulada, con erosión moderada.

C6: LLANURA DE PIEDEMORTE

- C6.1/4HEB Llanura de piedemonte suavemente inclinada, con erosión fuerte.

S: PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LAS SERRANIAS DEL SUBANDINO

S1: SERRANIAS

- S1.1/3HD Serranias altas, fuertemente disectadas, con erosión moderada.
- S1.1/4HC Serranias altas y paralelas, con erosión fuerte.

S2: COLINAS

- S2.1/3HD Colinas moderadamente altas, con erosión moderada.
- S2.1/4HB Colinas disectadas, con erosión fuerte.
- S2.2/4HC Colinas bajas fuertemente disectadas, con erosión fuerte.
- S2.2/6HC Colinas bajas fuertemente disectadas, con erosión grave.
- S2.2/7HB Colinas bajas fuertemente disectadas, con erosión muy grave.
- S2.3/3HC Colinas bajas a muy bajas, de aspecto ondulado, con erosión moderada.
- S2.3/5HC Colinas bajas a muy bajas, de aspecto ondulado, con erosión muy fuerte.

S3: VALLES

- S3.1/2HC Valles abiertos casi llanos, con erosión ligera.
- S3.2/5HC Valles angostos y alargados, con erosión muy fuerte.

L: PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LA LLANURA CHAQUEÑA

L1: LLANURA ALUVIAL Y PIEDEMORTE

- L1.1/2HC Llanura de piedemonte próximas a las serranias del Subandino, con erosión ligera.
- L1.2/3HEC Llanura de piedemonte de las serranias Chiquitanas, con erosión moderada.
- L1.3/1D Llanura aluvial plana, con ligera susceptibilidad a inundaciones, sin problemas de erosión.
- L1.4/3HC Llanura aluvial plana a suavemente ondulada, con erosión moderada.
- L1.5/1B Llanura de inundación eventual, sin rasgos de erosión.
- L1.6/1C Llanura aluvial plana, sin rasgos de erosión.
- L1.7/2HC Llanura ondulada, con erosión ligera.
- L1.8/2HD Llanura ondulada, deficientemente drenada en sus partes cóncavas, con erosión ligera.
- L1.9/2HD Llanura muy suavemente ondulada, susceptible a inundaciones, con erosión ligera.
- L1.10/3HEC Llanura ondulada, con erosión eólica moderada.
- L1.11/1C Llanura deficientemente drenada e inundable, sin problemas de erosión.

L2: DUNAS Y O ARENALES

- L2.1/6EA Dunas activas, con erosión eólica grave.
- L2.1/7EA Dunas muy activas, con erosión eólica muy grave.
- L2.2/5EB Dunas semiestabilizadas, con erosión eólica muy fuerte.
- L2.3/4EB Dunas estabilizadas y/o arenales, con erosión eólica fuerte.
- L2.4/3EC Dunas estabilizadas y/o arenales, formando un terreno ondulado, con erosión moderada.

L3: CUESTAS Y COLINAS

- L3.1/3HC Cuestas disectadas a muy disectadas, con erosión moderada.
- L3.2/3HC Colinas aisladas, con erosión moderada.

OTRAS AREAS

- LAGO TITICACA
- LAGO POCOPO
- LAGUNA COIPASA
- SALAR DE COIPASA
- SALAR DE UYUNI
- OTRAS SALARES
- OTRAS LAGUNAS
- AREAS DE INUNDACION PROLONGADA (PI)

FUENTE: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Dirección de Conservación de Tierras, 1996.

Bolivia está caracterizada por la presencia de gran variedad de formas fisiográficas y geológicas, así como condiciones climáticas, dando lugar a la formación de una gran gama de condiciones ecológicas, desde las zonas hiperhúmedas hasta las áridas, cuya diversidad fisiográfica y medioambiental condicionan las potencialidades para el aprovechamiento de los recursos naturales. (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1996).

Dentro de esta diversidad de ecosistemas, se encuentra la región en proceso de desertificación que presenta diferentes intensidades de degradación físico-biológica y socioeconómica, que inciden negativamente en el desarrollo sostenible.

La superficie territorial con problemas de erosión fuerte a muy grave alcanza 275.544 km², representando el 61% de la región en proceso de desertificación, con tasas de erosión de 50 tn/ha/año hasta 200 tn/ha/año.

Según estudios efectuados por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, indica que en las tierras agrícolas del país (11.500.000 ha), se pierde anualmente por erosión alrededor de 1.800.000 tn de suelo de la capa arable, haciendo que la capacidad productiva de estas tierras disminuya paulatinamente.

Los pobladores y poseedores de estas tierras, generalmente son pobres y con escasos conocimientos de esta problemática, situación que repercute en el deterioro de las condiciones de vida, con graves consecuencias para las futuras generaciones.

Otra de las principales causas de aceleración de la erosión son: la construcción de caminos en forma inadecuada, el desbosque y la tala de arbustos, la quema de la vegetación, el uso de técnicas agrícolas no adaptadas a las condiciones locales y el sobrepastoreo en zonas frágiles (Ellenberg y Camman, 1983)



Sobre pastoreo

El sobrepastoreo causa una erosión acelerada debido a que altera la composición florística dejando el suelo al descubierto y destruyendo el sistema de raíces.

El pastoreo constante del ganado produce una compactación del suelo que lo hace más susceptible a la erosión en canales o cárcavas.



Formación de cárcavas producida por erosión hídrica

El cultivo de tierras marginales y la mala utilización agrícola de suelos pendientes son todavía más dañinos que el sobrepastoreo. Los cultivos de maíz y papa por ejemplo, dejan parte del suelo suelto y descubierto, lo que facilita la acción del agua y del viento.

Los efectos de la erosión hídrica predominan en las provincias fisiográficas de la Cordillera Occidental o Volcánica, parte del Altiplano, Cordillera Oriental y Subandino. En cam-

bio, los efectos de la erosión eólica son más expresivos en la Llanura Chaqueña y parte del Altiplano.

Los departamentos que presentan áreas con erosión muy graves son: Santa Cruz - Chaco (2.233 km²), Tarija (834 km²), Chuquisaca (720 km²) y La Paz (232 km²).

DESERTIFICACION DE SUELOS

¿Qué es la desertificación?

Es la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.

FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN AL PROCESO DE DESERTIFICACION EN BOLIVIA

a) Factores fisico-biológicos

El proceso de desertificación en Bolivia es promovido, a través de los siguientes factores: La pérdida de cobertura vegetal vislumbrándose sus impactos negativos en los valles de Sucre, Tarija, Cochabamba y Potosí, así como en la zona altiplánica de La Paz y Oruro. (MDSMA - Dirección de Conservación de Tierras, 1 996).

Las causas que repercuten en la degradación de la cobertura vegetal son: La práctica generalizada de la agricultura intensiva, las actividades de pastoreo y/o ramoneo intensivo, la extracción de la madera para leña, carbón y construcción; los desbosques forestales, el chaqueo y las quemadas e incendios forestales.

Otro factor de importancia es la erosión hídrica y eólica; los índices más altos de erosión hídrica se encuentran en la región andina y subandina, explicada porque en este territorio se concentra la mayor población de Bolivia.

En cuanto a la erosión eólica se puede señalar que este fenómeno se hace más evidente cuanto menos cobertura vegetal existe. En ambos casos, el efecto se manifiesta en la disminución de la productividad de la tierra.

Asimismo, es importante considerar los problemas ocasionados por la salinidad y sodificación, que son los menos cuantificados en Bolivia.

Las prácticas de riego en algunas zonas del altiplano y valles, agudizan la degradación de los suelos por acumulación de elementos tóxicos como el boro y el sodio, asociados en algunos casos a procesos de salinización secundaria.

En las tierras húmedas de pastoreo (bofedales) y de inundaciones, la acumulación de sales es promovida por dos fenómenos: la elevación de las napas freáticas y el uso de agua con alto contenido salino.

La sequía, es otro factor que agudiza la desertificación en el país, las sequías de mayor intensidad corresponden a las registradas a los años de 1952, 1983 y 1992, cuyos efectos fueron dramáticos particularmente en la región árida, semiárida y subhúmeda seca, ocasionando como resultado pérdidas en la producción agrícola, bajos rendimientos de forrajes y muchas veces disminución o falta de agua para consumo en general, que como en el caso del Chaco, ocasiona la muerte masiva del ganado bovino, afectando también en algunos casos a la población humana (CORDECH, 1990).

La ocupación paulatina de tierras productivas por asentamientos humanos, ha sido motivada por la escasa disponibilidad de recursos básicos en otras regiones del país, como es el agua particularmente.

Los asentamientos han dado lugar posteriormente a la creación de pueblos así como a la formación de redes e infraestructuras complementarias como son: caminos, ferrovías, poliductos, aeropuertos, centrales hidroeléctricas y otras inversiones económicas.

El crecimiento de los centros poblacionales, urbanos y rurales, ha significado un impacto negativo sobre la extensión de las tierras productivas agropecuarias que en el caso de Bolivia, alcanzan alrededor de 50.000 ha; situación que es preocupante por el hecho de que el país, tan sólo dispone del 2.1% de tierras cultivables respecto a su superficie total (FAO, 1993).

Las actividades mineras, industriales y urbanas son factores que también contribuyen a los procesos de la desertificación de las tierras por efecto de la contaminación de suelo y aguas. En los departamentos mineros de Potosí, Oruro y La Paz, este problema ocasiona varios daños a la actividad agrícola, pecuaria y forestal por los residuos líquidos tóxicos que se incorporan a través del riego y las corrientes de agua subterráneas contaminadas con metales pesados.

Por otra parte, las aguas provenientes de las actividades industriales y urbanas, que sin previo tratamiento de su contenido tóxico son vertidas a los ríos, provocan la contaminación de las tierras.

Este fenómeno se manifiesta mayormente en áreas circundantes a las capitales y los centros poblados importantes.

b) Factores socioeconómicos

Entre los factores socio-económicos, la pobreza se caracteriza por incidir de manera significativa en el proceso de desertificación, favorecida por la insatisfacción de las necesidades en salud, educación, saneamiento básico, energía y vivienda; así como el deterioro de las condiciones económicas de la población rural, sobre todo determinando mayor impacto negativo en el ambiente.

Por otra parte, la alta presión demográfica presente en los valles y algunas zonas altiplánicas, induce a la habilitación de tierras de uso marginal, situación que origina la agricultura itinerante, que consiste en el abandono de las tierras por cuatro o cinco años como resultado de la disminución de su capacidad productiva, aspecto que contribuye notablemente a la desertificación.

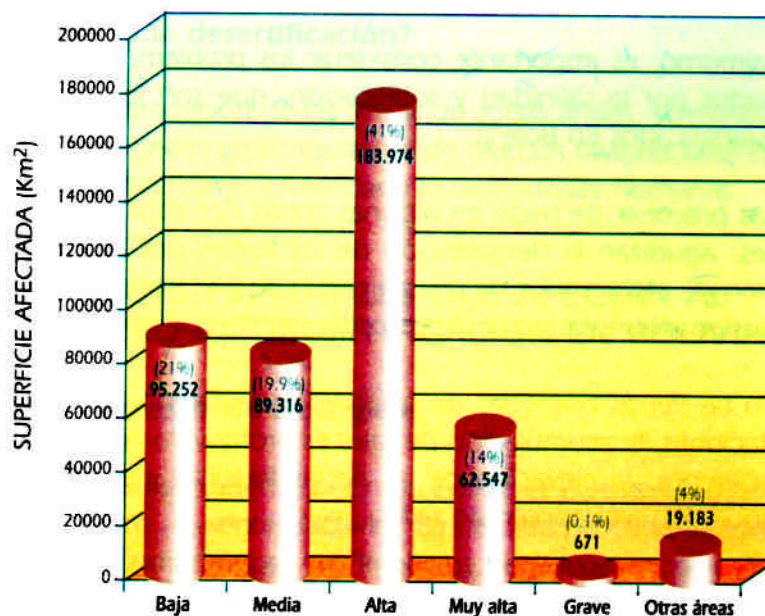
La tenencia de la tierra, es otro aspecto importante referido particularmente a la fragmentación de la tierra llegándose a extremos de microparcelación o minifundización de las unidades productivas, debido a la falta de otras alternativas económicas al margen de las actividades agropecuarias; incidiendo en el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En el ámbito departamental, Potosí presenta la mayor problemática de desertificación, siguiendo en importancia los departamentos de Oruro, Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija.

Este orden secuencial está determinado en función a las cla-

ses de índices de desertificación alta, muy alta y grave en relación a su participación a la región árida, semiárida y subhúmeda del país.

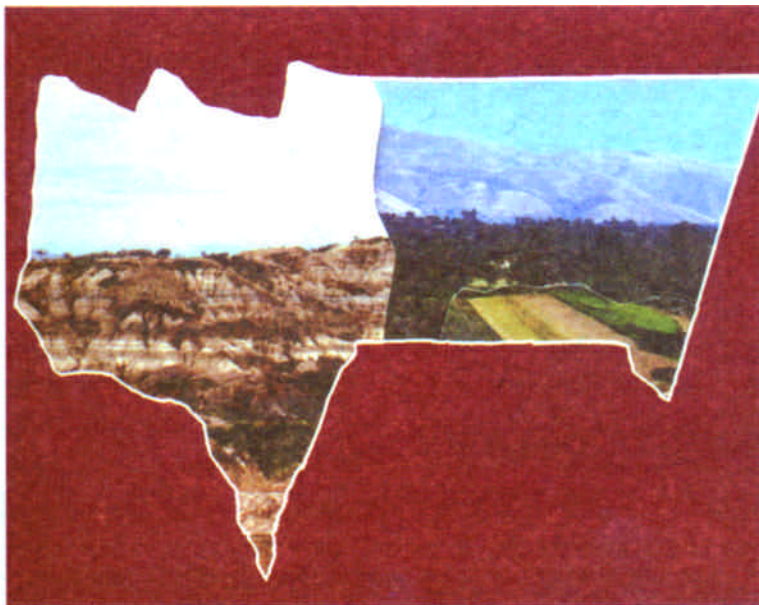
SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS CLASES DE INDICE DE DESERTIFICACION A NIVEL NACIONAL



Fuente: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Dirección de Conservación de Tierras, 1996.

La clase de índice de desertificación grave se presenta en pequeñas superficies, que corresponden a los departamentos de Tarija con 47 i km² y La Paz con 200 km² de superficie.

LUCHA CONTRA LA EROSION EN EL VALLE DE TARIJA



PERTT

La erosión en la cuenca del río Guadalquivir (ver mapa) es de proporciones extraordinarias y se origina por la interacción de distintos factores que provocan y definen la dinámica erosiva de la cuenca, entre éstos podemos citar:

La inestabilidad de los suelos

La fragilidad de los suelos es de tipo geológico, lo que implica la alta capacidad erosiva en el valle de Tarija.

El régimen climático

Entre los elementos componentes del clima, juegan un papel preponderante las precipitaciones o lluvias, como tam-

bién las condiciones de temperatura de una región. Los aguaceros fuertes tienen un poder erosivo muy importante. Una prolongada sequía de abril a octubre, tiene varias consecuencias que pueden aumentar la erosión.

La influencia antrópica

La acción del hombre y sus actividades ha influido y acelerado el proceso erosivo a través de la tala indiscriminada de árboles para diferentes usos.

El sobrepastoreo ha ocasionado una gran reducción de la cubierta vegetal en la que el ganado se encuentra libremente en el campo, alimentándose de especies nativas, limitando la regeneración natural.

Otro de los procesos erosivos es la aplicación de las prácticas agrícolas inadecuadas. En forma conjunta e individual, ha alterado el equilibrio ecológico preexistente causando la erosión acelerada.

Los suelos del valle central presentan problemas de degradación y erosión en estado avanzado, con formación de surcos y cárcavas que impiden en gran parte la utilización de estas tierras.

El cuadro que se ilustra en la página N°16, nos permite apreciar que más del 70% del área del valle y más del 10% del área montañosa del valle Central están erosionadas.

MAPA CENTRAL DE TARIJA



RELACION COMPARATIVA DE LA SUPERFICIE TOTAL EROSIONADA Y NO AFECTADA EN EL VALLE CENTRAL DE TARIJA

AREA	SUPERFICIE TOTAL		SUPERFICIE EROSIONADA		SUPERFICIE NO AFECTADA	
	ha	%	ha	%	ha	%
Area de valle	113.426	33,96	87.950	77,54	25.476	22,46
Area de montaña	220.574	66,04	29.752	13,49	190.822	86,51
TOTAL VALLE DE TARIJA	334.000	100,0	117.702	35,24	216.298	64,76

PRINCIPALES EFECTOS DE LA EROSION

Entre los principales efectos de la erosión, tenemos:

- Dstrucción de la capa superior de la tierra donde las plantas extraen la mayor parte de su alimento.
- Pérdida de la capacidad productiva de los suelos.
- Inundaciones.
- Sedimentación en lagos y ríos.
- Empobrecimiento del medio.
- Exodo rural.

CONTROL DE LA EROSION

Ante la situación que se nos presenta, con un paisaje destruido en algunos casos, existen alternativas para defender lo que queda y restaurar lo que se ha perdido.

Para el control de la erosión en el valle de Tarija, actualmente se utilizan las siguientes técnicas:

Conservación

Pretende mantener y/o mejorar la productividad de las tierras cultivadas bajo riego y temporales, preservándola de la acción de la erosión hídrica y eólica, aplicando técnicas manuales y biológicas.

Habilitación

Incorporar al proceso productivo permanente, suelos de uso potencial agropecuario, ejecutando técnicas mecánicas, manuales y biológicas.

Rehabilitación

Consiste en crear condiciones y microclimas a través de la detención del fenómeno erosivo por medio del control de arrastre de sedimentos, agua de escorrentía y corrección de la pendiente del suelo y de cauces naturales con la aplicación de técnicas mecánicas, manuales y biológicas.

Las prácticas conservacionistas a utilizar en el control de la erosión son las siguientes:

Las prácticas manuales

Comprende aquellas prácticas donde ha existido mayor parte de la mano de obra puesta por la comunidad y son: diques de contención, compost, medias lunas, zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta, acequias de ladera, bordas de tierra, barreras de tierra, terrazas individuales, etc.



Medias lunas

Las practicas mecánicas

Comprende aquellas prácticas que han exigido más tiempo de ejecución, con equipo pesado y son: presas de tierra, atajados de tierra, terrazas de banco, caminos de acceso, etc.



Terrazas de formación lenta

Las practicas biológicas

Consiste en incorporar especies forestales nativas, pasturas o mixtas, gramíneas, tubérculos y otros, como ser: reforestación, abonos verdes, protección de taludes con obras biológicas, barreras vivas, cercos vivos, etc.

La ejecución de todas estas actividades debe estar siempre acompañada de un intenso programa de capacitación y extensión, con la finalidad de lograr la continuidad y sostenibilidad de los trabajos ejecutados.



Protección de taludes (presas de tierra)

Actualmente en Tarja, se vienen desarrollando esfuerzos en el control de la erosión, habiéndose efectuado diferentes trabajos que comprenden un conjunto de medidas de tipo integral, entre las cuales podemos citar:

Mecánico manuales

La construcción de cercos de protección, diques de contención, barreras de piedra, bordes de tierra, acoquias de ladera, zanjas de infiltración, medias lunas y terrazas individuales.

Mecánicas

Como ser: presas de tierra, atajados de tierra, terrazas de banco, nivelación de terreno y caminos.

Biológicas

Entre las que podemos citar: cercos y barreras vivas, abonos verdes, composteras, incorporación de rastrojos (residuos de cosechas), parcelas agroforestales, siembra de pastos, plantaciones forestales con fines múltiples y cortinas rompevientos.

BIBLIOGRAFIA

- GEBAUER, PETER. 1978. Estudio Preliminar de Uso y Manejo de Suelos. Santa Cruz- Bolivia.
- LIBERMANN C., MAXIMO. 1994. La desertificación en Bolivia. La Paz - Bolivia.
- MDSMA. DIRECCION DE CONSERVACION DE TIERRAS. 1996. Memoria Explicativa. Mapa preliminar de erosión de suelos. La Paz - Bolivia.
- MDSMA. DIRECCION DE CONSERVACION DE TIERRAS. 1996. Memoria Explicativa. Mapa preliminar de desertificación de tierras. La Paz - Bolivia.
- MORALES B. CECILE. 1988. Manual de Ecología. La Paz - Bolivia
- MORALES B. CECILE. 1990. Bolivia, Medio Ambiente y Ecología Aplicada. La Paz - Bolivia.
- TERRAZAS, WAGNER. 1986. Perfil Ambiental de Bolivia. La Paz - Bolivia.



Presas de Tierra (Prácticas mecánicas)



PERTT

Fragilidad de los suelos ocasionada por falta de cobertura vegetal