

Fig. 1: Influencia del hombre y de su ganado sobre la erosión del suelo:
(a) bosque natural, (b) (c) bosque usado para el pastoreo, (d) (e) cortado y quemado, (f) (g) con sobrepastoreo permanente

Preg. 2: Qué se puede hacer contra la erosión del suelo que avanza tan rápidamente?

Respuesta breve:

La causa fundamental del aumento anormal de la erosión del suelo, por el correr de las aguas de lluvias, es en casi toda Bolivia el pastoreo desorganizado. Este debe mantenerse alejado de los declives y otras superficies expuestas a la erosión y excluido completamente de los bosques (o reforestaciones).

También la quema de campos de pastoreo y la búsqueda de leña deben ser reglamentadas efectivamente. Es importante además, una campaña permanente contra la maleza de los pastizales, es decir, las plantas despreciadas por los animales, y por ello indirectamente favorecidas. La eliminación de esta maleza que predomina en grandes superficies, aumentaría el valor alimenticio de estos campos de pastoreo y disminuiría los daños ocasionados al suelo por las pisadas del ganado.

En las alturas superiores a los 3000 m debería retornarse con mayor preferencia a la cría de camélidos locales (llamas, alpacas, vicuñas), debido a que tienen pisadas blandas que dañan menos el suelo que las de animales de tipo europeo con pezuñas afiladas, introducidos por los españoles.

En los terrenos de cultivo la erosión del suelo será más lenta con el uso de la herramienta agrícola (taclla) y del arado de gancho de los españoles, que con los modernos arados de disco o arados de reja. (ver preg. 6)

La erosión de suelos arenosos por medio del viento también llega a dimensiones peligrosas, por el pastoreo inadecuado (en número y oportunidad) de los animales y por el labrado descuidado de la tierra, como se observa hoy día por ejemplo en los alrededores de Santa Cruz.

Evitar estas causas y colocar una cortina de plantas que proteja contra el viento, son aquí necesidades imprescindibles.



Fig. 2: Efectos de los camélidos y del ganado europeo sobre el terreno: (a) pata del camélido, (b) pezuña del ungulado, (c) senderos producidos por ungulados

Comentario:

El desgaste del suelo por el agua o por el viento son en realidad procesos naturales, sin los cuales no se formarían laderas de montaña, canaletas de arroyo, ni valles de ríos y tampoco dunas. Por la intervención del hombre y su ganado esta erosión se acelera, sin embargo, mucho más.

La erosión del suelo por el agua, se tratará primero, por su mayor importancia. Su intensidad depende especialmente de los siguientes factores naturales:

- Frecuencia e intensidad de las lluvias: Las precipitaciones fuertes y aisladas producen mayores daños que las precipitaciones suaves distribuidas regularmente.
- Declive: Cuanto más abruptos son los declives, es mucho más grande la capacidad de arrastre del agua.
- Relieves pequeños en los declives: Hondonadas u otro tipo de depresiones en las pendientes, donde converge el agua de la lluvia, favorecen la formación de canaletas de erosión.
- Granulación (textura) del suelo: La erosión es más intensa en suelos arcillosos y limosos, es decir de granulación fina.
- Estructura del suelo: Suelos grumosos y muy porosos absorben más el agua y son menos erosionados.
- Contenido del agua en el suelo: Un suelo muy mojado no puede absorber más agua y se erosiona rápidamente; un suelo reseco no absorbe al principio nada de agua, y por eso es erosionado más intensamente por el agua que corre por encima, que un suelo medianamente húmedo.
- Cobertura de plantas: Cuanto más estratificada y espesa es la capa de plantas, especialmente en la cercanía del suelo, y cuanto más espeso sea su enraizamiento, tanto menos erosiona el agua de lluvia el suelo.

El hombre aumenta la intensidad de la erosión directa o indirectamente, debido a las siguientes influencias (ver fig. 1):

- Raleo o destrucción de la capa vegetal: Por cortes de leña, desmonte, quema, pastoreo o sustancias químicas.
- Daño de la superficie del suelo: Por animales que pastorean y poseen pezuñas afiladas, por arados u otro tipo de labrado del suelo o por desmonte de las plantas leñosas con sus raíces (ver fig. 2 y preg. 6).
- Compactación del suelo: Por las pisadas de animales o disminución de la actividad biológica, por ejemplo cuando se usan solamente fertilizantes químicos.
- Aumento del contenido de agua en el suelo: Por ejemplo a causa de la eliminación de los bosques, que normalmente necesitan más agua que los pastos o campos de cultivo (ver fig. 3).

Las intervenciones en la capa vegetal y el daño mecánico del suelo son las mayores causas de erosión acelerada, llegando a multiplicar la velocidad de la erosión natural por un factor de cien a diez mil. He aquí donde se debe emprender la lucha para evitar mayores deterioros.

Debido a que los factores de erosión son muy poco conocidos por la mayoría, los vamos a representar en forma de croquis a lo largo del texto.

En casi toda Bolivia crecían naturalmente bosques, con excepción de las áreas más frías y más secas del Altiplano y en las demasiadas frías de las montañas, así como en las sabanas húmedas que durante meses se encuentran inundadas. Casi todos los bosques están bien estratificados y demoran la acción de las lluvias sobre el suelo, máxime porque su superficie está generalmente también cubierta y protegida por hojas de árboles. En el mismo suelo las plantas leñosas y herbáceas forman una profunda y espesa red de raíces, que protegen igualmente contra la erosión.

Durante miles de años el hombre ha destruido esta capa baja anti-erosionante del bosque, sobre todo cuando dejaba pastorear sus anima-

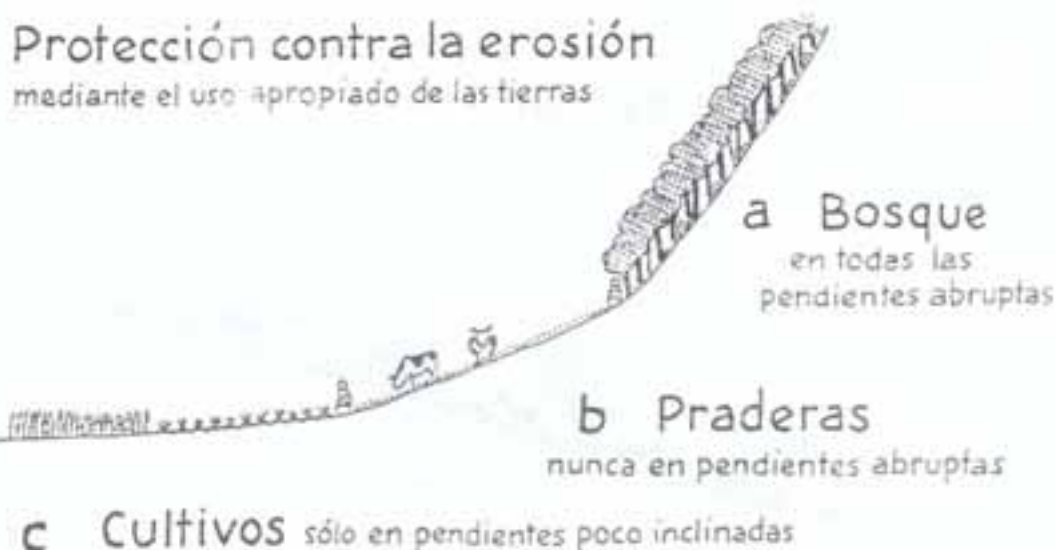


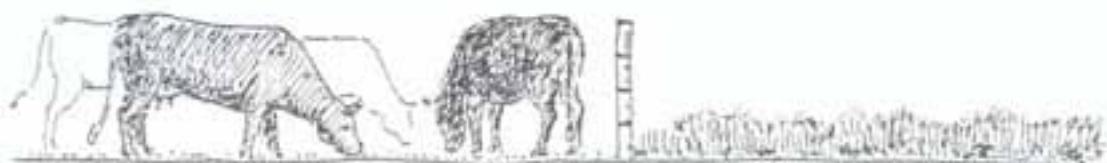
Fig. 3: La mejor protección contra la erosión es un bosque denso (a). Praderas son menos efectivas (b) y cultivos aceleran la erosión aún más

Mejores pastizales mediante rotación en ambientes bastante húmedos (preferible con riego y abono):

El ganado come en un potrero todas las plantas en corto tiempo — también muchas 'malezas' (o las pisotea)

En los otros potreros, protegiendo el pasto durante algunas semanas, se produce una capa vegetal densa:

¡ Producción elevada!



El ganado abona el pasto;

pero es recomendable distribuir los excrementos por rastro.

¡ Buena protección contra la erosión!

Fig. 5: Los mejores pastizales se obtienen mediante rotación de ganado, riego y fertilización.

Pastoreo en el bosque :



Después de separar el pastoreo del bosque :



Fig. 4: La separación de silvicultura y pastoreo resulta en mejores praderas y bosques densos - y menos erosión

les en él y con diferentes medios ayudó a abrirlo más y más. A todos los animales de pastoreo, - tanto camélidos autóctonos como los animales de herradura europeos - les gusta comer ramitas de plantas leñosas, especialmente en la época seca del año. Cuando atraviezan con frecuencia los bosques, eliminan especialmente las plántulas y los árboles jóvenes (fig. 1b). Finalmente mueren los árboles viejos y se extingue entonces el bosque sin un sólo corte de hacha (fig. 1c y e). En lugar del bosque aparecen sobre todo pastos que cubren el suelo y lo afirman, pero normalmente le dan una protección menos estratificada y espesa.

Debido a que los pastos ofrecen más alimento que el bosque, los pastores aceleran el proceso de clareo en el bosque mediante el fuego y la tala de árboles (fig. 1d), así como con la incisión de árboles grandes, es decir, cortando una faja angosta de corteza en forma de círculo alrededor del tronco. Después de aproximadamente 2 años, el árbol se muere por que sus raíces ya no tienen alimento, y se convierte fácilmente en víctima del fuego. Desde que se dispone del hacha y el serrucho, se ha vuelto más fácil eliminar los bosques, para ganar en su lugar superficies de pastoreo o campos de cultivo.

Ambas formas de aprovechamiento agrícola están más expuestas a la erosión que el bosque, debido a que la capa vegetal no es muy estratificada ni muy duradera. También las raíces de las plantas herbáceas son menos duraderas y menos tupidas cerca de la superficie del suelo, que en la mayoría de los bosques (fig. 1a y c).

Con el pastoreo permanente aparece un nuevo factor que favorece indirectamente a la erosión, es decir la propagación de las llamadas malezas de las praderas (fig. 1f, g). El ganado prefiere las plantas buenas y alimenticias y deja de lado, casi intactas, las que saben mal, que tienen poca agua o son espinosas. Con esta selección daña las plantas valiosas en la lucha de competencia y favorece las indeseables. En la mayoría de los campos de pastoreo bolivianos, este proceso ha avanzado tanto, durante el transcurso de los últimos mil años, que las malezas actualmente predominan, por ejemplo arbustos espinosos (como caulli, *Tetraglochin*) y plantas venenosas (como garbancillo, *Astragalus garbancillo* y algunas Euphorbiáceas). Entre las malezas altas aún crecen plantas comestibles, de las cuales muchas, debido a su tamaño pequeño o baja palatabilidad, no son comidas por los animales. La búsqueda de alimento hace andar al ganado de un lado a otro por las laderas y en consecuencia pisa mucho más el suelo que en los buenos pastizales.

En tal situación, la introducción de animales europeos que no existieron en ningún lugar de Sudamérica, antes de la conquista española, es fatal; ya que las vacas, ovejas, cabras, mulas y caballos tienen pezuñas afiladas, que dañan el suelo y producen senderos que en las pendientes forman una extensa red (fig. 2b y c). Por el contrario las llamas, alpacas y otros camélidos dañan menos el suelo, porque pisan con patas más anchas y blandas (fig. 2a). Los senderos aceleran la erosión por el agua, de manera que el suelo fino desaparece muy rápidamente.

Fue el hombre quien, sin mala intención y en la mayoría de los casos inconscientemente, durante miles o cientos de años, a través de su extensa ganadería, originó los actuales problemas de erosión en los países andinos. Esto se ha ido aumentando aún más, en la medida en que los pastos fueron usados por temporadas como tierras de cultivo y para ello fueron sometidos más y más al uso de máquinas que aceleran la erosión del suelo (ver preg. 6).

Se debe excluir completamente el pastoreo por lo menos en las laderas abruptas (fig. 3a), que de cualquier manera no son muy aptas para dicho fin, si se quiere evitar la destrucción del suelo por la erosión. En estas pendientes donde se haya extinguido ya el bosque, se debería reforestar y al mismo tiempo impedir que los árboles jó-



Fig. 6: La quema de las pasturas acelera la erosión del suelo

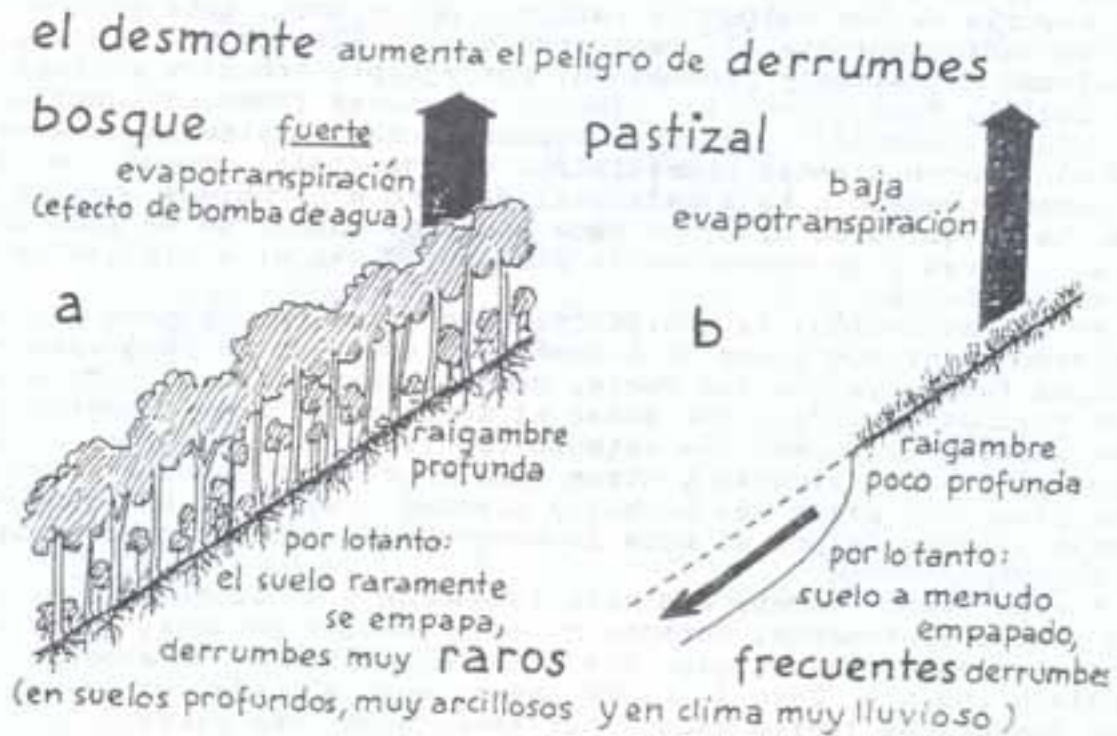


Fig. 7: En suelos arcillosos el desmonte aumenta el peligro de derrumbes: (a) bosque, (b) pastizal que transpira menos.

venes sean cortados, o comidos por los animales.

Las pendientes menos abruptas hay que seguir transformandolas en pastizales, porque el ganado necesita superficies de alimentación (fig. 3b). Sin embargo, se debería aumentar la productividad de estos terrenos desterrando las malezas, efectuando esta limpieza cada 5 años. Se debería, además, dentro de lo posible, intensificar el cultivo de pastos utilizando fertilizantes moderadamente en las zonas ya limpiadas, haciéndolo periódicamente (ver preg. 7). En la mayoría de los casos se aconseja también sembrar buenas plantas forrajeras, de las cuales existen muchas variedades disponibles, según el clima y el suelo.

Una pradera bien tupida obtenida por la acción del abono y la siembra, alimenta mucho más ganado por superficie que otra más extensa y llena de malezas. En consecuencia, se podrán separar finalmente todos los suelos especialmente expuestos a la erosión de los campos de pastoreo, e incluirlos en la reforestación o dejarlos desarrollarse por sí solos, para que se vuelvan a convertir en bosques. El objetivo final debería consistir en realizar una separación estricta de bosques y campos de pastoreo, lo cual se ha logrado en casi todos los países europeos, como base para una rápida intensificación, tanto de la ganadería como de la silvicultura (ver fig. 4).

Cuando no es posible usar fertilizantes ni sembrar plantas forrajeras, se debería, por lo menos, intensificar la producción de pastos, realizando una "rotación", es decir, protegiendo una parte del pastizal durante algunas semanas hasta meses, de manera que se forme una capa espesa de plantas (fig. 5). De este modo, no sólo se aumenta la cantidad de alimento, sino que se disminuye el peligro de erosión. El proceso de rotación no trae problemas, siempre y cuando se eliminen completamente las malezas de las praderas, o por lo menos se corten. De lo contrario se obliga al ganado que se encuentra en esta parcela, a comer también plantas malas y venenosas, debido a que si está ocupada por muchos animales puede surgir rápidamente una falta de alimentos que afecta por lo menos a los animales débiles.

Entre las medidas de protección para evitar un avance de la erosión del suelo, se incluye también el control de las quemas en pendientes o declives que originariamente sirvieron para facilitar al ganado pasto fresco y tierno, al término de la época seca (fig. 6). Sin embargo, las hojas caídas protegen el suelo contra las primeras lluvias fuertes del principio de la época lluviosa; ofreciendo entonces su conservación más ventajas que la quema.

A pesar de esto, en muchos valles andinos, donde actualmente casi no existe ganado, por ejemplo en la amplia zona de Coroico, se quema todos los años, durante la fiesta de San Juan (24 de junio), todas las zonas de pastos, porque esto fue costumbre antiguamente en la fiesta de los santos de los animales. Aquí debería aplicarse una prohibición severa, mientras que allí donde la ganadería juega aún un papel importante, se debe tolerar la quema de una parte de las laderas, para que los animales puedan disponer de pastos frescos lo antes posible. Sin embargo, no se debería aceptar la quema de más de una décima parte del total de la superficie.

La ausencia de la capa boscosa aumenta no sólo la pérdida de tierra fértil, por transporte de agua, sino que puede también ser la causa de derrumbes (fig. 7). Los suelos profundos, ricos en arcilla, al finalizar la época de lluvias están a menudo tan saturados de agua, que se deslizan y de golpe caen cuesta abajo en capas delgadas. Donde este suelo está cubierto de árboles, el peligro de este tipo de erosión es mucho menor porque los árboles radican más profundamente (fig. 7a) y transpiran más agua que los pastos bajos que están secos durante el invierno (fig. 7b).

Vs que la mayoría de los derrumbes ocurren después de los desmontes, estos deberían prohibirse en todos los lugares donde las la-

Clima ventoso

Destrucción de la capa de vegetación
por desmontes y pastoreos
(o cultivos)



Suelo arenoso

erosión antropo-zoogénea

Fig. 8: Erosión eólica causada por desmonte y pastoreo

Plantación protectora

Líneas de árboles con
espesa vegetación de arbustos

Dirección principal del viento



Suelo arenoso

¡ no erosión !

Fig. 9: Efectos de un rompeviento (árboles y arbustos)

deras arcillosas abruptas que tengan aún bosques, se encuentran sobre carreteras o urbanizaciones. Si en ellas falta el bosque se debería realizar lo antes posible una reforestación y no permitir las quemas ni el pastoreo de animales.

Esto vale especialmente para la falda Este de los Andes, que es muy lluviosa, así como para todas las montañas boscosas en las tierras bajas del Este al pie de los Andes. Aquí, así como en llanuras húmedas el pastoreo no juega ningún papel importante, comparando con la situación pasada y aún actual de la zona de los Andes. Por eso la lucha contra la erosión acelerada del suelo es más fácil aquí porque necesita concentrarse sólo en la agricultura (ver preg. 6).

Todo lo que se ha dicho hasta ahora, vale en primer lugar para la erosión por acción de las lluvias. Pero la perturbación de los bosques y campos de pastoreo, así como el daño a los suelos al cultivar, son las causas más importantes también para que exista una erosión eólica (es decir, producida por el viento) en zonas arenosas. Esta se observa sobre todo en unas tierras bajas (como por ejemplo en la región de Santa Cruz), y en unas partes secas del Altiplano (por ejemplo Puerto Acosta).

Las arenas de grano mediano son juguete del viento cuando se secan en la superficie y no son protegidas con obstáculos para el viento, como por ejemplo una capa de vegetación espesa (ver fig. 8).

Las medidas de auxilio inmediatas, en este caso, son también la separación de bosque y pradera, el pastoreo rotativo para proteger temporalmente los pastos, así como el aumento de la fertilidad del pastizal por medio del corte (no arrancar) de malezas, abonos periódicos y la siembra de buenas plantas forrajeras.

Para frenar el viento en zonas agrícolas, se deberían colocar cortinas rompeviento, es decir, hileras suficientemente anchas y densas de arbustos (como por ejemplo la chamba, *Leucaena glauca*, que en dos años ya alcanza 4 m de altura) o de árboles con arbustos tupidos por debajo (fig. 9). Estos obstáculos deben estar en lo posible a una distancia entre sí de no más de 300 a 600 metros y deben cortarse en ángulo aproximadamente recto. La misma protección ofrecen, por supuesto, también las hileras de bosques, que se dejan en pie durante el desmonte. Para que el bosque subsista debe ser de un ancho de por lo menos 50 m y tener una separación de máximo 500 a 600 metros.

Sobre el Altiplano semejantes plantaciones rompeviento son casi imposibles, ya que aquí los arbustos y árboles crecen muy lentamente. En zonas de arena volátil se aconseja por eso, prohibir el pastoreo y la agricultura, es decir, no dejar que se llegue a una erosión eólica acelerada por el hombre. Dejando las dunas en estado natural, se afirman rápidamente por el crecimiento de gramíneas especiales y otras plantas que afirman la arena y la sostienen con sus raíces (fig. 10).

fijación natural de las dunas por gramíneas

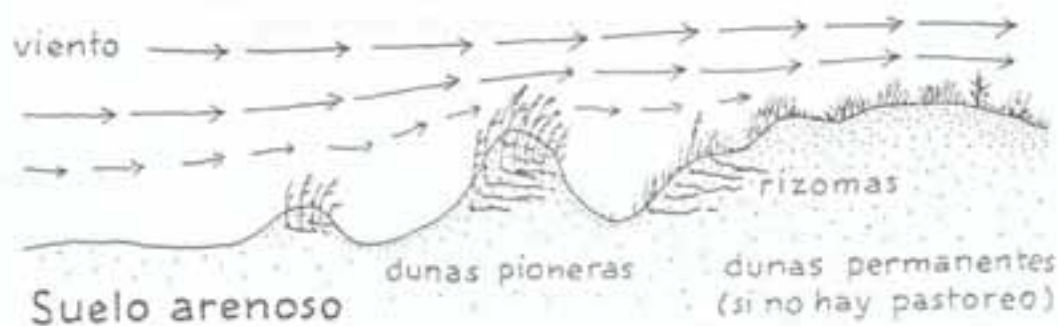


Fig. 10: Fijación natural de las dunas cuando el pastoreo ha terminado