

MANUAL SOBRE EL USO Y MANEJO DEL PASTO VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*)



Julio Alegre Orihuela Ing. Agrónomo, MS, Ph.D

DICIEMBRE 2007

INDICE

Introducción.....	3
A. Características de la planta vetiver (también llamada vetiveria o pachuli).....	4
B. Generalidades sobre la propagación del pasto vetiver.....	5
C. Procedimiento para la propagación de esquejes	6
D. Plantado en el campo como semillero	6
E. Macollamiento y producción de esquejes	9
F. Propagación del vetiver para la conservación de suelos y agua.....	9
G. Establecimiento de cercos de vetiver.....	21
H. Otras aplicaciones practicas del vetiver	25
I. Atributos principales del vetiver en su comportamiento con el agua.....	36
J. Como utilizar las hojas y las raíces que han acumulado contaminantes y metales pesados.....	37
K. Referencias Bibliográficas.....	37
L Editor del manual.....	37

INTRODUCCION

Los problemas de erosión de los suelos, la contaminación por aguas residuales tanto urbana como rural, contaminación de minas, gasoductos, oleoductos etc., están acelerando los problemas ambientales y la degradación de los recursos naturales y la calidad de vida de las poblaciones con un incremento de la pobreza y problemas de salud.

Existen muchas alternativas tecnológicas que son económicamente prohibitivos y ante esto las tecnologías de bajos insumos o baratas son las que ofrecen alternativa más viable y que se pueden masificar. Una de estas es la tecnología vetiver (últimamente re-clasificada como *Chrosopogon zizanioides*) antes conocida mundialmente como *Vetiveria zizanioides* , y que fue llamada en algunos países como la planta milagrosa o mágica y que es una excelente alternativa y cuyo conocimiento de su uso y aplicaciones será el objetivo de este manual .

Este manual se desarrollara en un lenguaje bastante sencillo y práctico e ilustrativo para ser usado por técnicos de perfil educativo intermedio.

A. Características de la planta vetiver (también llamada vetiveria o pachuli)

Existen como 10 especies de gramíneas comunes de la Tribu Antropogoneae y perennes que se encuentran en las regiones tropicales del mundo y que pertenecen a la familia Gramínea, subfamilia Panicoindae y dentro de estas el pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) ha demostrado ser la ideal para la conservación del suelo y agua, la humedad del suelo y otros usos como en bioremediación, bioingeniería, forrajes, agroforestería, medicinal, artesanía, energía etc.

La planta de vetiver es una gramínea perenne, parecida a la hierba luisa (Figura 1 y 2) de tupidos penachos, con inflorescencia y semilla estériles que se reproducen con dificultad. Como no tiene rizoma radicular o haces enraizados, la planta crece en grandes macollos a partir de una masa radicular muy ramificada y esponjosa así como se ve en la Figura 2 A. Sus tallos erguidos en forma recta alcanzan una altura de 0.5 a 1.5 m. La hojas son relativamente rígidas, largas y angostas y tienen hasta 75 cm. de largo y no más de 8 mm. de ancho. La panícula (en donde se desarrolla la inflorescencia) tiene entre 15 a 40 cm. de largo (Figura 2 C)

La planta puede soportar sequías extremas debido a su alto contenido de sales de la savia de sus hojas, así como inundaciones por largos periodos (se han reportado hasta 45 días de inundación en el terreno). Crece en un rango amplio de suelos y con diferentes niveles de fertilidad y puede resistir hasta temperaturas de – 9° C desde el nivel del mar hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se han plantado en algunos sitios del Perú hasta los 3500 msnm pero todavía están en fase de evaluación.

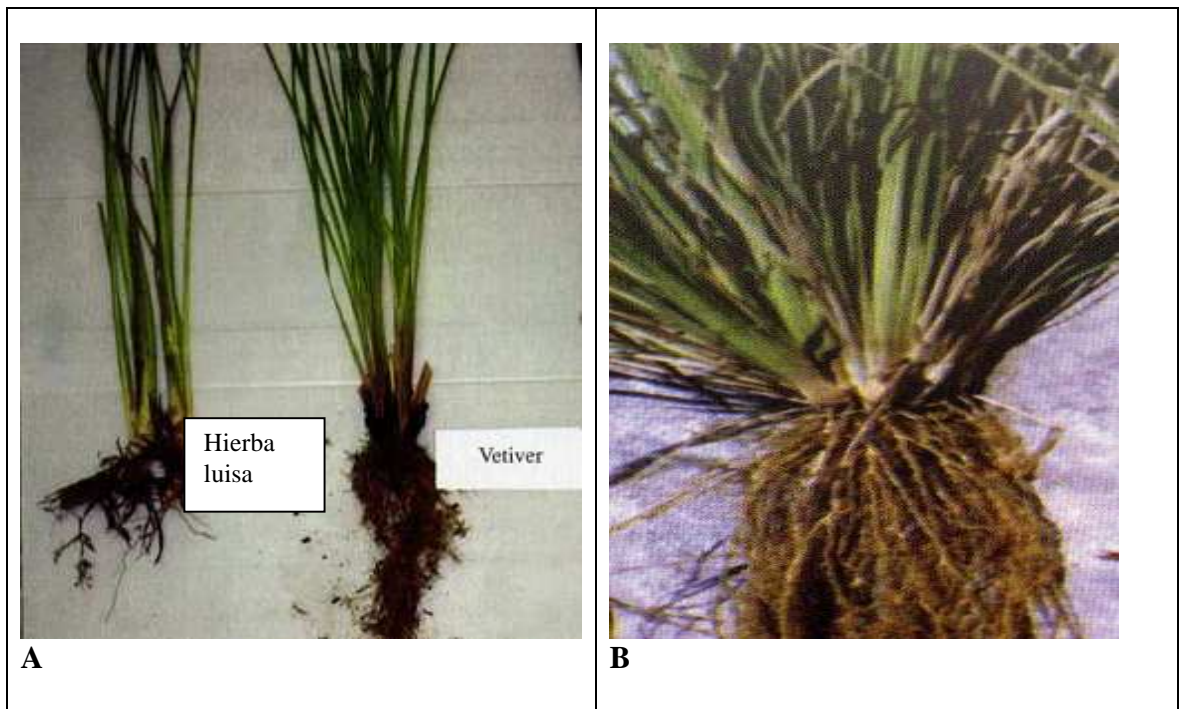


Figura 1. A: Planta de hierba Luisa comparada con vetiver B: Planta de vetiver con raíces frondosas

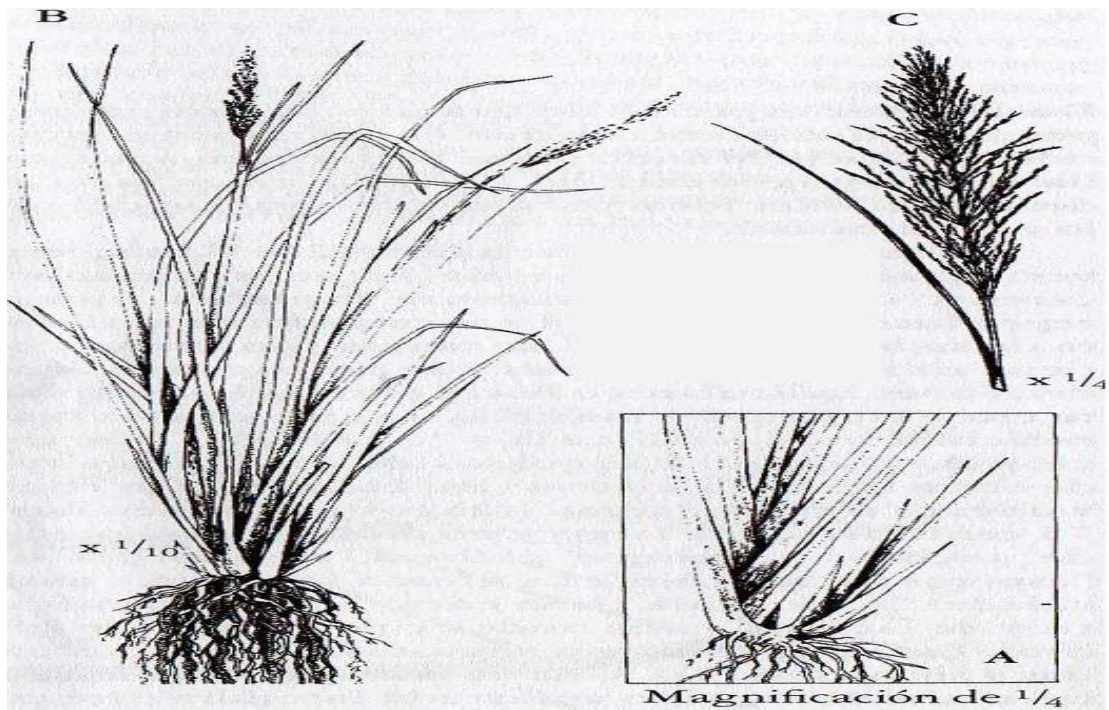


Figura 2. Distintas partes del pasto vetiver

B. Generalidades sobre la propagación del pasto vetiver

El proceso de propagación es una etapa muy importante para el buen establecimiento de la planta y como ya conocemos algunas características del pasto vetiver arriba descritas esta actividad será más comprensible y fácil de realizar.

La mejor forma de propagarlo es por esquejes que nos asegurara tener una planta con las mismas características genéticas.

Se define un esqueje como un material de propagación asexual compuesta de pedazos de tallos y hojas (20 cm. de alto) con una pequeña cantidad de raíces (no mas de 5 cm.).

Cuando no se dispone de esquejes y se van a propagar por primera vez es necesario adquirir este material del campo de los agricultores que ya tiene experiencia en su manejo.

Normalmente la propagación es con dos propósitos:

- Tener plantas proveedoras de esquejes en parcelas planas y uniformes
- Para la conservación del suelo y agua y contrarrestar la contaminación y otros usos múltiples

C. Procedimiento para la propagación de esquejes

1. Se cortan las hojas y tallos hasta la altura de 20 cm.
2. se separan las plantas de la mata en 3 o 4 partes y se limpian las hojas secas y podridas de los lados
3. se cortan las raíces hasta unos 5 cm. de la base y se lavan con chorros continuos de agua limpia de manera de no tener residuos de suelo (Figura 3)



Figura 3. Mata de raíces con nuevos brotes

4. estos esquejes ya separados en forma individual con un mínimo de 3 brotes u hojas se juntan en paquetes bien amarrados de 20 a 50. y se remojan en una bandeja con agua sumergiéndolas unos 5 cm. durante unos 2-5 días (Figura 4). Si fuera necesario

esta agua de las bandejas puede contener un poco de fertilizantes fosfórico o hormonas del crecimiento para acelerar el enraizamiento, pero esta practica se limitara solo en caso extremos y no se acostumbra porque saldría mas costoso. Si es para transplantarla a campo definitivo pueden ser necesarias estas prácticas.



Figura 4. Esquejes que se remojan en bandejas de plástico (Taller de San Juan)

5. Cuando la raíces tiene un tamaño de 0.5-1 cm. ya se pueden transplantar.
6. Si se tienen esquejes ya extraídos y todavía no se ha preparado el campo o tomara todavía unos días para transplantarlo se pueden colocar en camas con sustrato húmedo (Figura 5).

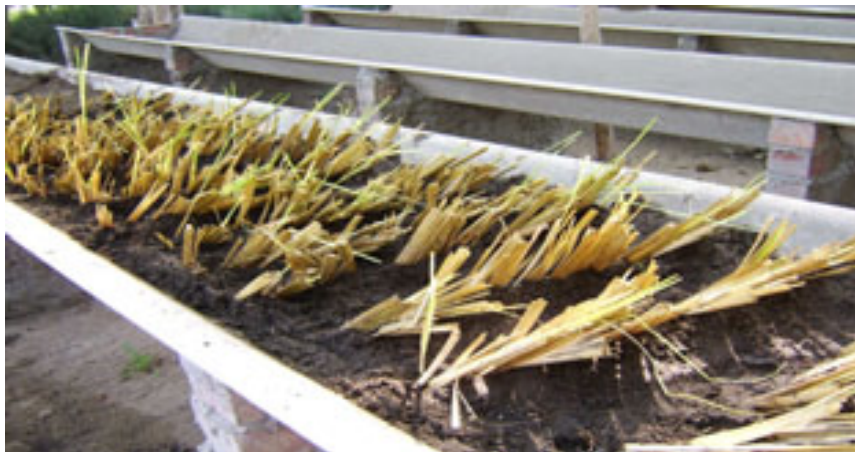


Figura 5. Colocado momentáneo de esquejes en cama elevadas con un sustrato húmedo en el vivero San Juan

D. Plantado en el campo como semillero

1. Preparación del suelo mediante nivelación y mullido (manual o rastra de discos con un tractor pequeño) aplicando unos 10 tn/ha de compost o fuentes orgánicas sintéticas si el suelo es demasiado arenoso y así se asegurara una buena retención de la humedad del suelo. Si se planta a 0.50 x 0.50 cm. de espaciamiento se usaran 20,000 esquejes por hectárea y a 1 x 1 se usaran 10,000 esquejes (Figura 6).

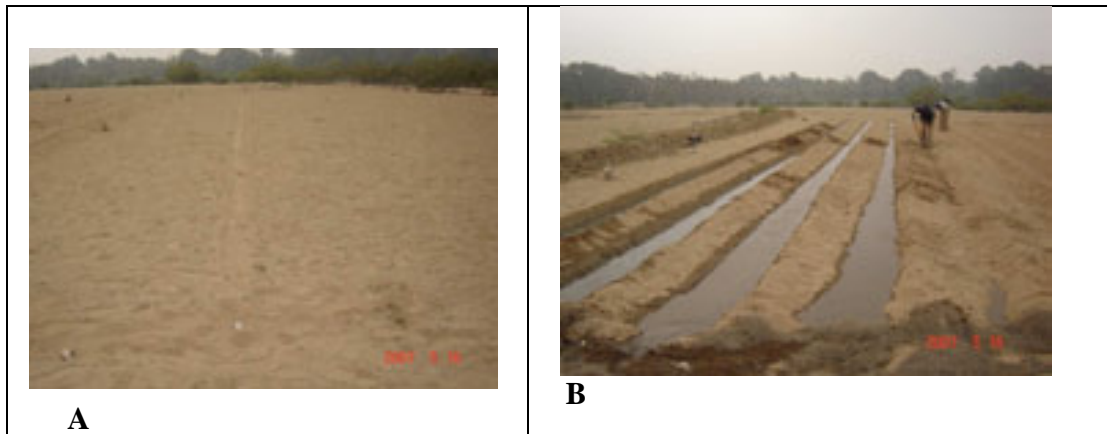


Figura 6. Campo del parque 26 seleccionado para semillero A: arado con rastra de discos B: Surcado a mano y remojado para soltar el suelo

2. Una vez preparado el campo se traza el área en donde se establecerá el semillero a un distanciamiento de 0.50 cm. x 0.50 cm. o a 1m x 1m según la facilidad para su manejo y la disponibilidad de esquejes. Con una cinta métrica se trazan las líneas separadas a 50 cm. entre plantas (se pueden tener surcos para facilitar el riego por gravedad) y con un cordel marcado con nudos cada 50 cm. se harán los agujeros respectivos en donde se colocaran los fertilizantes y después los esquejes. Si se tiene suelos muy arenosos es mejor plantarlo al fondo del surco para una mayor conservación de la humedad del suelo (Figura 7).



Figura 7. A: Surcado y fertilizado cada hoyo con compost B: Plantado en cada hoyo

Para reforzar el enraizamiento en el campo definitivo se puede aplicar al hoyo del trasplante unos 250 gramos de compost o gallinaza con 10 gramos de fosfato de amonio bien mezclados con el suelo del fondo del hoyo.

3. En este hoyo en donde se han mezclado los fertilizantes orgánicos e inorgánicos se hace un pequeño agujero con una lampita de tal forma que pueda entrar la raíz del esqueje hasta unos 5 cm. de profundidad. Después se cubre con tierra y se apisona con los dedos de manera que haya un buen contacto del suelo con las raíces y que cuando se riega por gravedad o caiga la lluvia no pueda ser socavado y quedar las raíces expuestas al aire (Figura 8).



Figura 8 . Plantado de esqueje en campo apisonando bien el suelo (A: San Juan B: Parque 26 Villa el Salvador)

4. El riego después del trasplante tiene que ser frecuente en forma moderada durante 15 días y después ya se puede aplicar el agua en mayores intervalos (Figura 9).



Figura 9. A: Plantado de esquejes B: Riego del campo con aguas residuales en el Núcleo Productivo de San Juan de Miraflores

Después de 2-3 meses se puede aplicar una pequeña cantidad del fertilizante compuesto 15-15-15 a razón de 100 kilos /ha en forma localizada en las líneas de las plantas y se deben incorporar al suelo. El suelo se debe mantener húmedo pero no inundado.

5. El vetiver empieza macollar y en unos 4 meses aparecerán las inflorescencias y antes de que esto suceda será necesario cortarlas en forma uniforme hasta una altura de 30 cm. desde el cuello de la planta y esto hará que la planta se revitalice y salgan nuevos macollos y así con estos cortes se asegurara que las nuevas plantas no sean muy diferentes a las plantas originales. No es costumbre usar plantas viejas para sacar esquejes debido a la mortandad y crecimiento lento. En un periodo de 11 a 12 meses se pueden obtener esquejes de muy buen calidad (Figura 10).

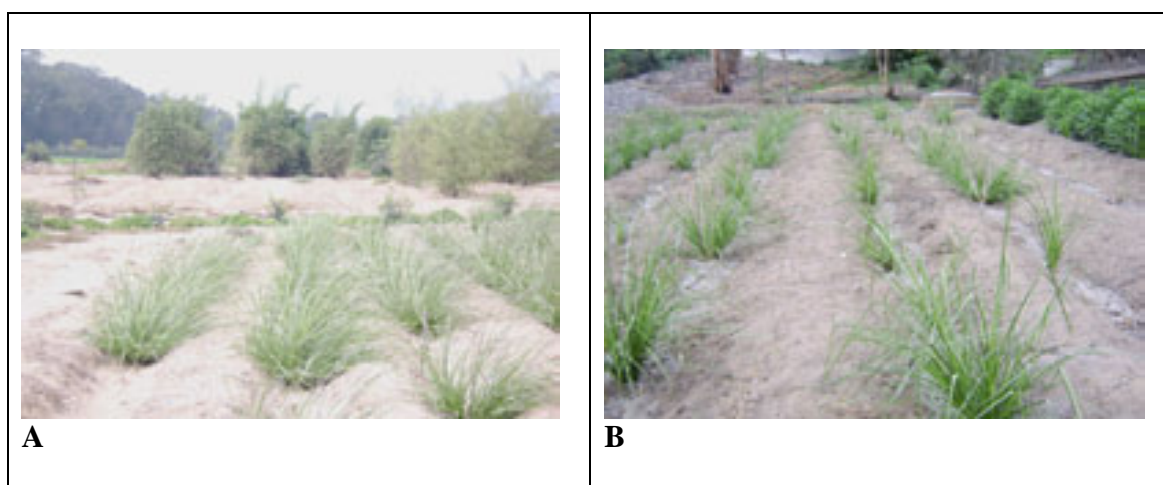


Figura 10. A: Semillero en Parque 26 en Villa el Salvador después de 7 meses de establecido regado con agua tratada (secundaria) B: Semillero en San Juan regado con agua residual no tratada (primaria) después de 6 meses de establecido

E. Macollamiento y producción de esquejes

Un macollo de vetiver puede producir entre 20 -30 esquejes a los 4-6 meses de edad y al plantar una hectárea a una densidad de 0.50 x 0.50 cm. se puede obtener 800,000 a 1,200,000 esquejes /ha.

F. Propagación del vetiver para la conservación de suelos y agua

Formas de propagación

1) Propagación en bolsas de plástico

Los esquejes de los semilleros de las parcelas planas se pondrán en bolsas plásticas negras de 5 x 15 cm. en cual se puede llevar a otros sitios con diferentes propósitos.

Algunos casos de uso de vetiver para la conservación del suelo y agua:

a) Para estabilizar bordes: plantado en bordes de campos de cultivos (por ejemplo en pozas de arroz para estabilizar los camellones), a lo largo de las carreteras, cortes de carreteras o a lo largo de las bermas de los reservorios de agua.

Cuando se planta vetiver en áreas secas en suelos salinos o en otras áreas en donde se requieren un rápido establecimiento el uso de esquejes de vetiver en bolsas plásticas permitirá un alto porcentaje de sobrevivencia y un crecimiento consistente.

b). Pasos a seguir para propagarlo en bolsas plásticas:

Se usan plantas de los semilleros de las partes planas de 4-5 meses de edad

b.1 Se cortan las hojas del macollo a una altura de 30 cm.

b.2 No usar plantas que han floreado. Aplicar al semillero una mezcla de 100 kilos /ha de 15-15-15 (N_2 , P_2O_5 y K_2O) mezclado con compost a razón de 5 tn /ha.

b.3 Irrigar estos macollos y dejar que salgan nuevos brotes o que las hojas emerjan durante 15 días. Excavar alrededor de los macollos y separar los esquejes en forma individual y cortarlos hasta los 20 cm. de altura. Cortar las raíces lo mas corto posible para permitir la salida de nuevas raíces y mas fuertes. Extraiga las hojas viejas y lavarlas con agua limpia y amarrarlas en paquetes de 50 o 100 esquejes y luego colocarlos en agua hasta una profundidad de 5 cm. en un área sombreada durante 2-4 días (Figura 11). Hasta que aparezcan nuevas raíces.



Figura 11. Esquejes a raíz desnuda

b.4 Después se colocan estas plantas en bolsas plásticas pequeñas con un substrato 3:1:1 de tierra vegetal: cascarilla de arroz: compost respectivamente. También se puede usar una mezcla 3:1:1 de suelos arenoso: ceniza de arroz: compost respectivamente. (Figura 12)



Figura 12. Propagación de vetiver en bolsas plásticas en el Núcleo productivo de San Juan de Miraflores

b.5 Después se llevan a campo abierto para que reciban la radiación solar durante unos 45- 60 días y en este periodo ya tendrá 3-5 brotes y ya está listo para plantarlo en el campo definitivo. Tres días antes de llevarlo al campo se debe reducir la aplicación de agua y las hojas se deben cortar a los 30 cm. . Esto es para reducir la transpiración y estimular la rápida emergencia de raíces y hojas.

b.6 Después del trasplante en el campo se debe aplicar agua durante 15 días en forma constante para que se adapte.

2) Esquejes del pasto vetiver a raíz desnuda

Este método es el más barato y permite el transporte de gran cantidad de material. Comparado con el trasplante en bolsas de plástico, hay un riesgo si suceden problemas de falta de agua durante la fase de prendimiento en campo definitivo ya que el crecimiento de las raíces será lento. Para hacer esto los operarios deben tomar un mayor cuidado (Figura 13).



Figura 13. Paquetes de esquejes

Procedimiento:

- a) Usar los macollos de plantas de 4-6 meses.
- b) Cortar a 30 cm. las hojas y tallos
- c) Eliminar las plantas que han floreado
- d) Aplicar 10 gramos de una mezcla de 15:15:15 (N_2 , P_2O_5 y K_2O) en forma localizada al costado de los macollos y después incorporarlo.
- e) Irrigar las plantas y dejar que salgan nuevos brotes durante 15 días. Escarbar alrededor del macollo y separar los esquejes en forma individual y cortarlo a 20 cm. de altura y luego cortar las raíces tan corto como sea posible (Figura 13).
- f) amarrarlos en paquetes de 50 a 100 esquejes (Figura 13)
- g) sumergirlas en una bandeja con agua
- h) colocar estas bandejas con los paquetes de esquejes bajo sombra por 2-5 días
- i) después llevarlo al campo definitivo cuando se tiene una humedad adecuada o con los inicios de las lluvias.

3) Plantado y mantenimiento del pasto vetiver

a) Plantado y mantenimiento del pasto vetiver

Plantado

- Preparación del suelo en agricultura de riego

El método tradicional del cultivo de las tierras en las zonas con riego por plana que parezca el suelo es a lo largo de la pendiente como se puede ver en la figura 14.

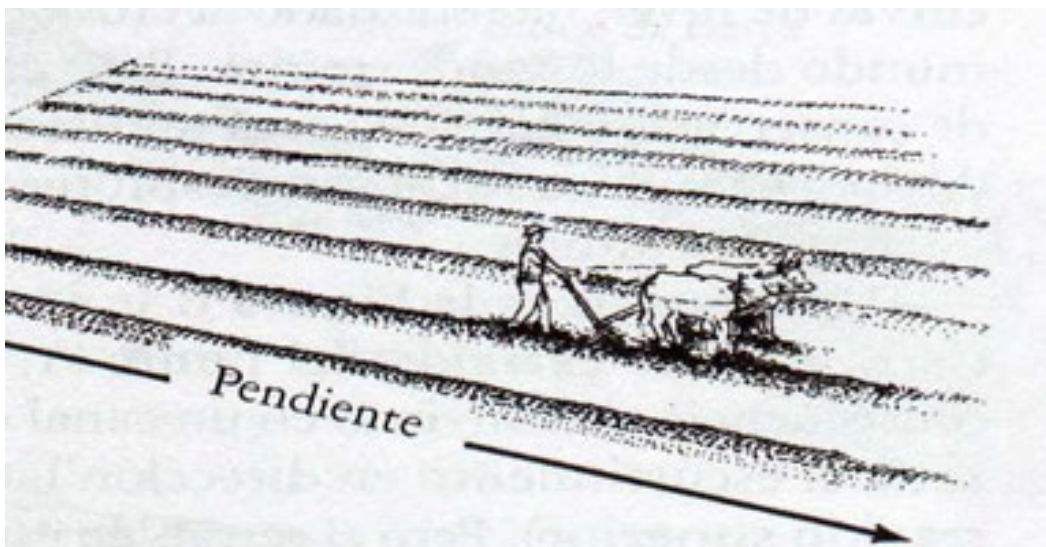


Figura 14. Agricultura de secano tradicional

Este sistema acelera el escurrimiento del agua de riego o de lluvia y se puede sembrar produciéndose la erosión laminar y pérdida de agua en un 50% reduciendo la absorción de los cultivos. En la Figura 15 se ilustra el método correcto siguiendo las curvas de nivel para prevenir la erosión y conservación de la humedad natural de los suelos. Una vez estabilizado los cercos se formaran terrazas y protegerán contra la erosión.

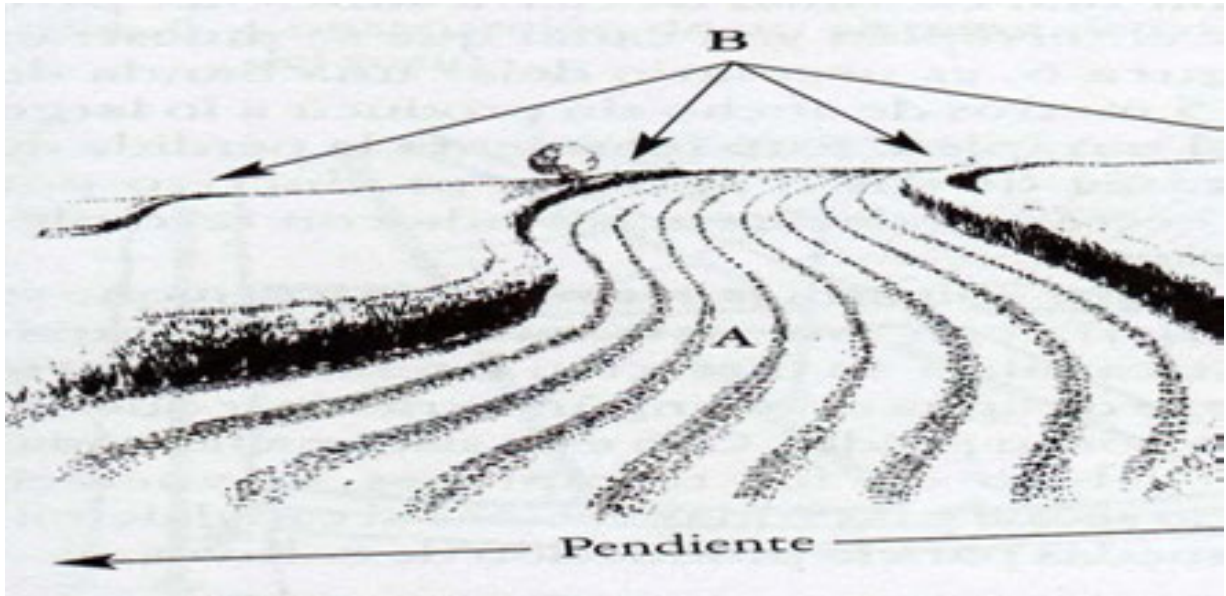


Figura 15. Agricultura con cercos vegetales en surcos de nivel

La construcción de terraplenes, o diques en curvas de nivel, ha retardado la erosión en todo el mundo desde los años 30. Pero este método de conservar del suelo crea un sistema ineficaz de drenaje y ya no se considera apropiado para los pequeños agricultores. El terraplén de la figura 16, se construyó con tierra vegetal extraída del punto A (Figura 16-A) , el que en consecuencia se convirtió en un canal que encausaría el escurrimiento en dirección lateral.

Pero el terraplén está hecho de la misma tierra que se supone debe proteger y debido a su construcción, vuelve más empinado la pendiente y con el tiempo se desgasta (Figura 16-B). En este caso sería necesario reponerlo a un alto costo. Además para reunir una cantidad de tierra suficiente para construir un terraplén y el canal que se muestra en la Figura 11 será necesario dejar una banda de tierra de 5 m de ancho sin producir a lo largo de todo el terraplén. Esto representa una pérdida de 1 hectárea de tierra por cada 20 hectáreas de tierra tratada con terraplenes o diques. La Figura 17 ilustra la forma ineficaz con que se drena la tierra con este sistema. Todo el escurrimiento se canaliza en dirección lateral y se vierte en un curso de agua que ningún agricultor o zona urbana quisiera ver correr dentro de su predio. Con este sistema las zonas situadas debajo de los terraplenes se secan muy rápido y las zonas vecinas al canal se humedecen demasiado para la producción de cultivos o colocar plantas ornamentales.

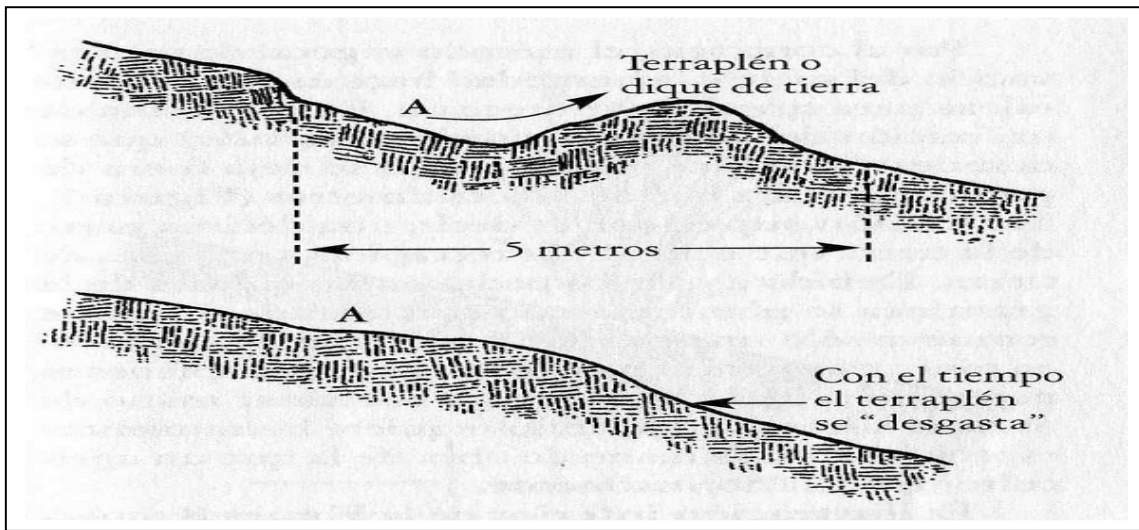


Figura 16. Construcción de un sistema de conservación de suelos

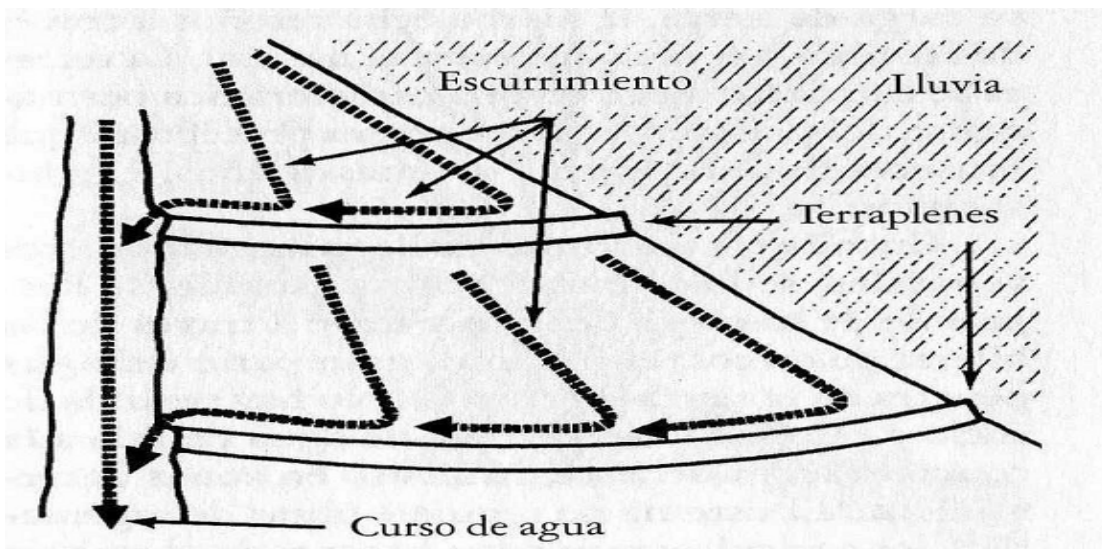


Figura 17. Drenaje con arreglo de acuerdo al sistema construido de terraplenes

Por el contrario el método vegetal de conservación del suelo y la humedad hace uso de la naturaleza para su propia protección. En el sistema de utilización del vetiver solo se deja fuera de producción una franja de 50 cm. (Figura 18), es decir una décima parte de la tierra que ocupa los terraplenes o diques de tierra. Debido a que los esquejes de la gramínea se plantan en un surco arado único, se remueve solo una pequeña cantidad de tierra. En tanto que para la construcción de terraplenes es necesario utilizar excavadoras o contratar mano de obra mientras que el sistema vegetal no requiere herramientas especiales ni mucha mano

de obra de la que una finca o una casa rural o urbana o un municipio podrían tener normalmente.

La figura 18 B muestra lo que sucede con el correr del tiempo para el sistema vegetal, y cuando el agua se escurre deja atrás su carga de tierra y el vetiver hecha retoños a través del sedimento y se crea una terraza natural. La terraza después se convierte en una característica permanente del paisaje, en una barrera protectora que conservara el suelo con eficacia por decenios e inclusive por siglos.

Cuando el escurrimiento llega hasta los cercos vegetales se hace mas lento, se esparce y se desprende de su carga de sedimentos y fluye a través de las hileras de cercos; entretanto gran parte del agua penetra en la tierra (Figura 19). No hay pérdida de suelo y tampoco pérdida de agua debido a la concentración del escurrimiento en zonas determinadas. El sistema no requiere obras de ingeniería y los pobladores pueden hacer el trabajo ellos mismos,

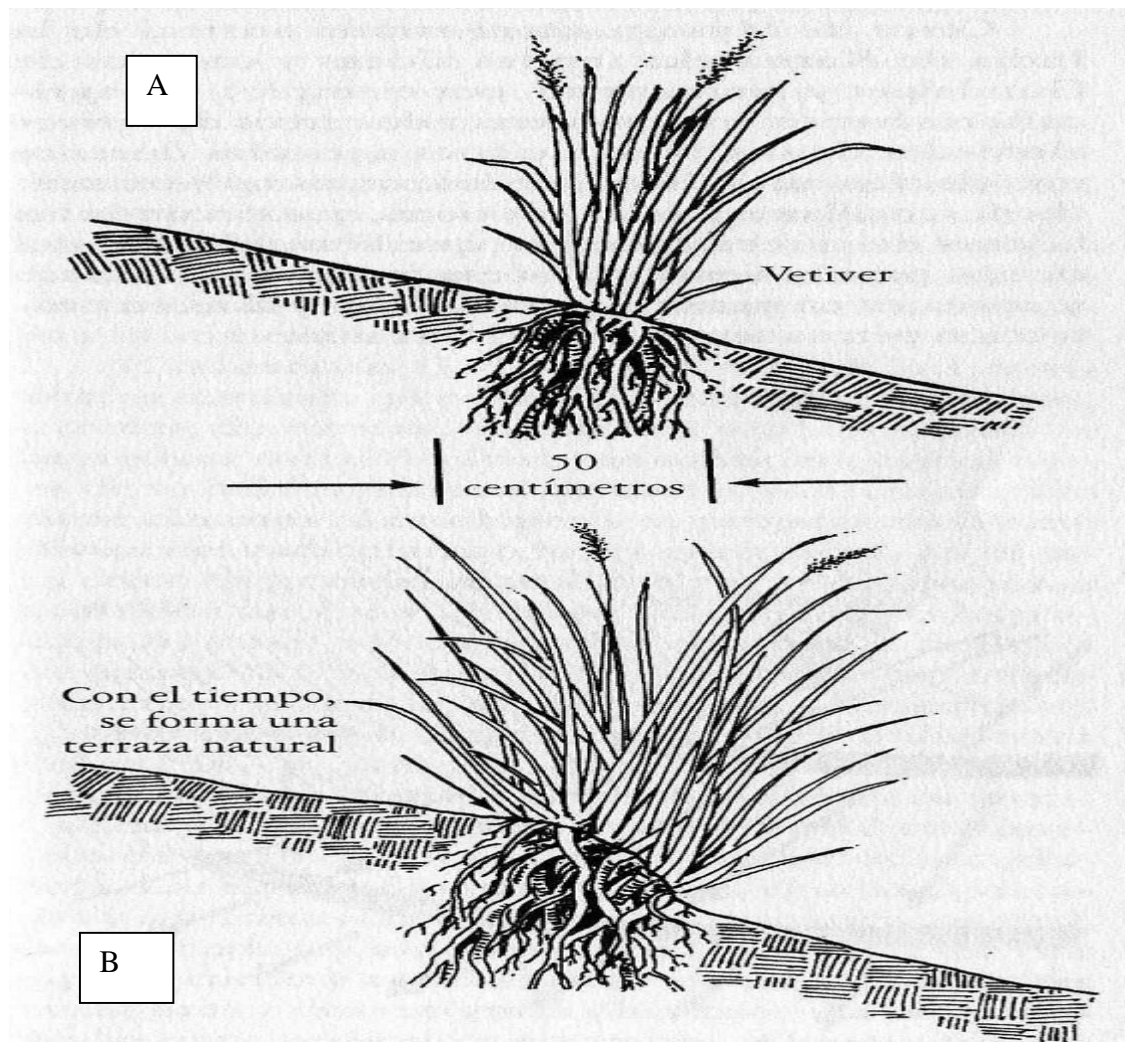


Figura 18. Sistema vegetal de conservación del suelo

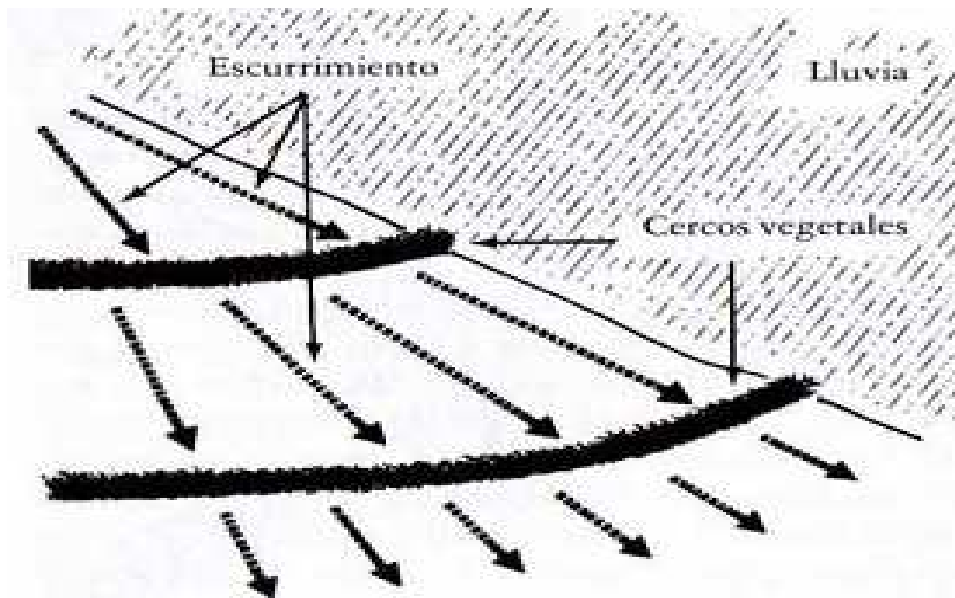


Figura 19. Drenaje con arreglo al sistema de vetiver

En la Figura 20 se presenta un corte transversal de un cerco de vetiver en curvas de nivel. Las hojas y los tallos de vetiver retardan el esguerrimiento del agua cargado de sedimentos de limo en el punto A, debido a las cual estos sedimentos pueden depositarse detrás de la planta B en tanto que el agua sigue esguerrándose por la pendiente C, a una velocidad mucho menor. El sistema radicular esponjoso de la planta D fija el suelo hasta una profundidad de 3 m. Al formar una densa cortina subterránea que sigue las curvas de nivel del terreno, las raíces impiden la formación de surcos, cárcavas y túneles. El aceite fuertemente aromático que contiene el vetiver hace que la planta resulte desagradable para los roedores y otras plagas y muchos afirman inclusive que impide que las ratas se acerquen.

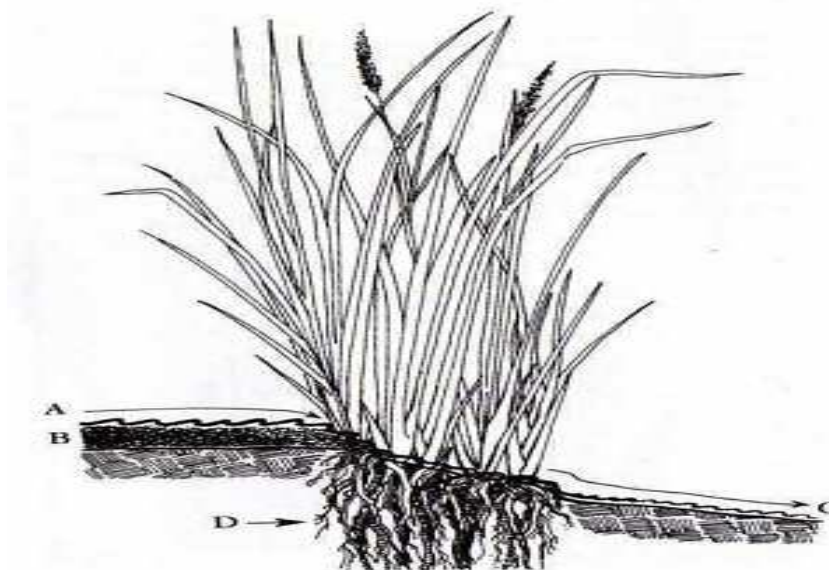


Figura 20. Corte transversal de un cerco de vetiver

También el denso sistema radicular impide que los rizomas de gramíneas perjudiciales (malezas) penetren a los predios agrícolas. También sus hojas afiladas y duras ahuyentan también a las serpientes.

Para que resulte eficaz como un método de conservación del suelo, el sistema vegetal debe formar un cerco como se muestra en la figura 21. Aunque con ciertas características pueden formarse cercos espesos en un plazo de un año, generalmente se requiere entre dos y tres periodos de vegetación para que se establezca un cerco de densidad suficiente como para soportar lluvias torrenciales o riegos muy pesados por gravedad y así proteger al suelo. Durante los primeros dos periodos de vegetación y a veces durante el tercero las plantas requieren protección y es necesario rellenar cualquier claro que se produzca a las hileras.



Figura 21. Sistemas de cercos vegetales con vetiver en surcos en contorno

La poda de los cercos hasta una altura de 30 a 50 cm. impide que estos den semillas, los vuelve más espesos y en consecuencia más eficaces para filtrar el escurrimiento. En algunos casos al podarlo con más frecuencia los brotes tiernos pueden usarse para alimentar animales como vacunos y caprinos. .

Se ha hecho evidente que muchos agentes de extensión e inclusive muchos investigadores sobre el terreno, carecen de una noción clara de lo que se entiende por **curvas de nivel**. La figura 22 ilustra un concepto erróneo generalizado que un surco que se ara a lo largo de la pendiente principal sigue la curva de nivel. Ello no es así. Un surco que sigue realmente la curva de nivel abarca todas las pendientes tanto grandes como chicas, es una línea de igual elevación que circunda un cerro. Los surcos de la figura 22 que se inicia en el punto A y sigue la pendiente principal descendiendo directamente hasta el punto C en lugar de rodear el cerro y no están siguiendo la curva y en consecuencia no conservaran la humedad , ni impidiendo la erosión. La verdadera curva de nivel que se ilustra en la Figura 23, va desde A hasta B y luego hasta D y continúa alrededor del cerro, manteniendo una misma elevación todo el tiempo

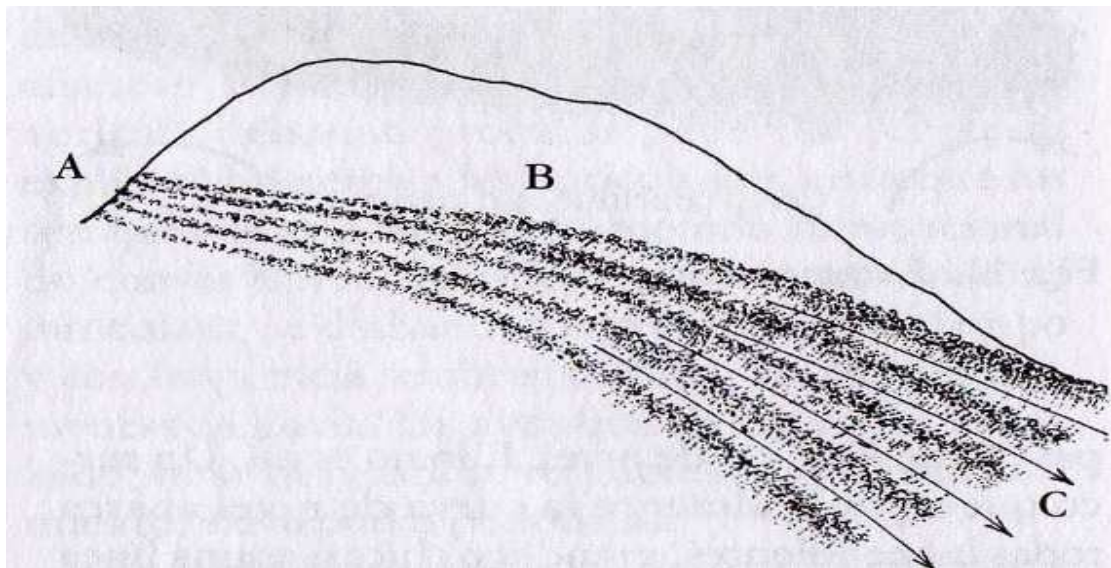


Figura 22. Falsa curva de nivel

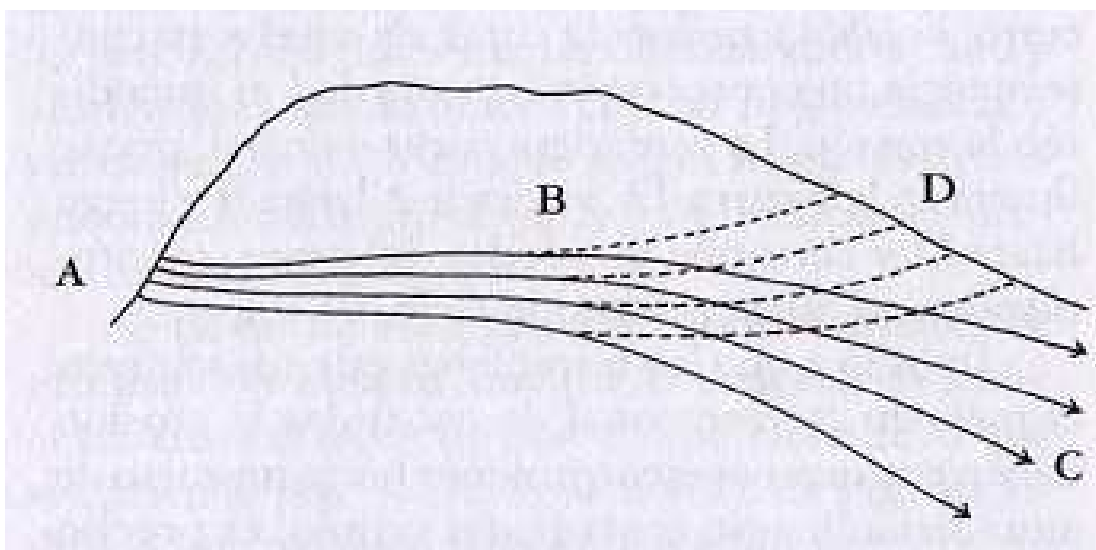


Figura 23. Curva de nivel verdadera

En la figura 24 y 25 se ve a dos agricultores A y B; ambos son buenos agricultores pero el de la figura 24 es además sensato pues ha protegido su predio contra la pérdida de suelo mediante la plantación de cercos vegetales en curvas de nivel y utiliza las hileras de estos cercos como guías para arar y plantar

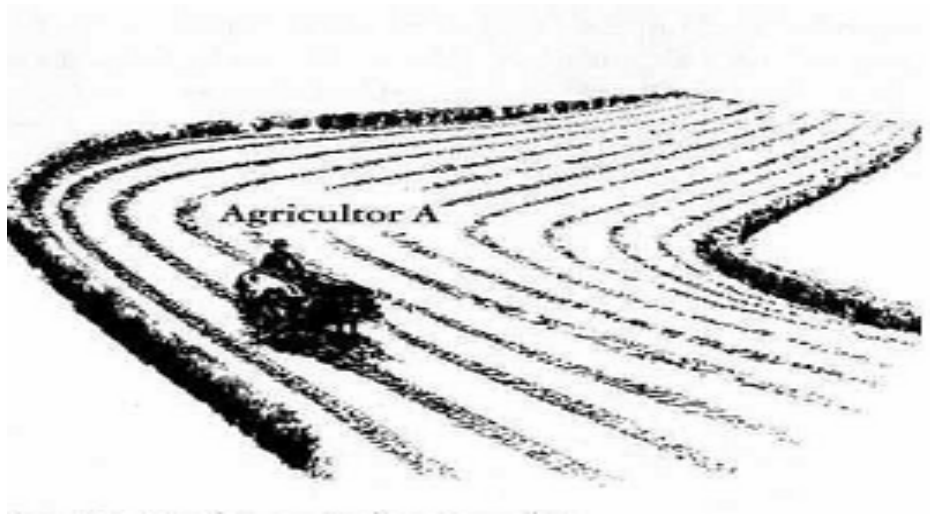


Figura 24. Predio agrícola protegido

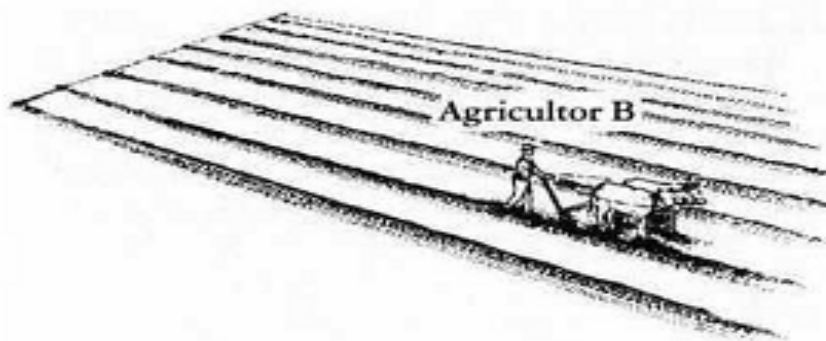


Figura 25. Predio agrícola desprotegido

En las Figuras 26A y 26B se observa lo que sucede cuando los dos sistemas de explotación agrícola se hallan expuestos a fuertes precipitaciones o a riegos continuos y pesados. El campo del agricultor A (Figura 26 A) está desprotegido sin vegetación en los terraplenes y estos se rompen con el flujo del agua en sentido de la pendiente y se produce pérdida del agua con lavado de fertilizantes y la pérdida de la capa arable. En la tierra protegida por vetiver el agua de lluvia o de riego se escurre lentamente y los camellones permanecen intactos conservando el agua y suelo (Figura 26B).

Habiendo aprendido la lección el agricultor se pone en contacto con el agente de extensión agrícola correspondiente y entre ambos marcan las líneas de nivel del terreno a través de los antiguos surcos (Figura 27). Este proceso bastante sencillo no requiere de ningún conocimiento técnico especializado y basta con saber utilizar un pequeño nivel manual.

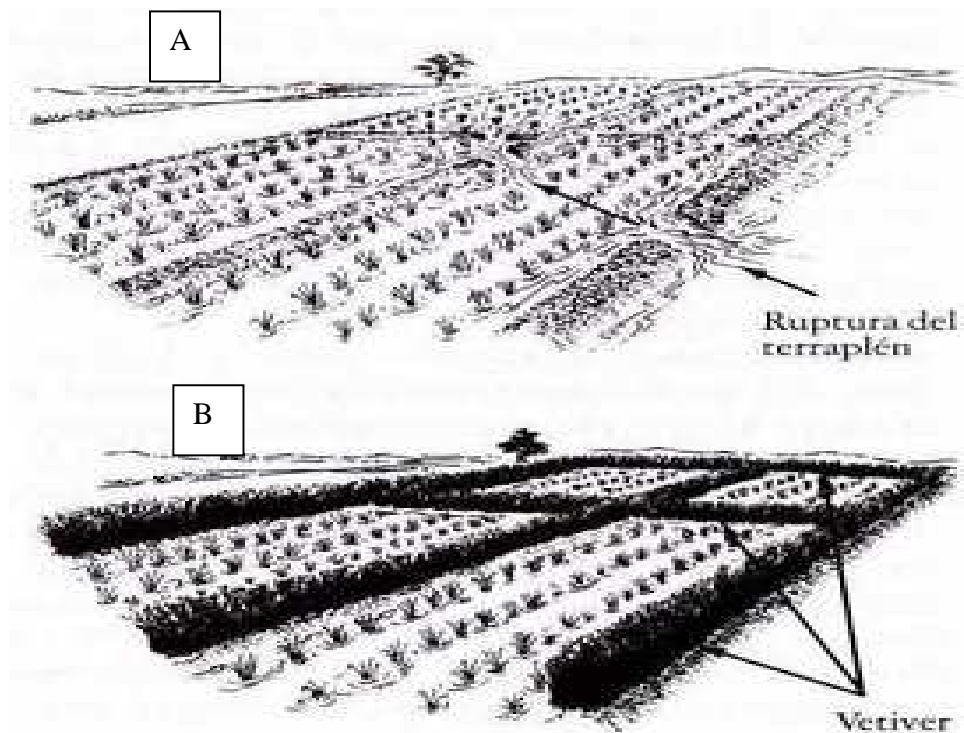


Figura 26. El agua de lluvia o de riego y el predio desprotegido en A y protegido en B

El agente de extensión se coloca al borde del campo y mientras apunta con la mira pide al agricultor que se desplace hacia arriba o hacia debajo de la pendiente hasta que ambos se encuentren a un mismo nivel, momento en que el agricultor marca el lugar con una estaca. En la Figura 27 la línea de nivel X ya se ha marcado con estacas y el agricultor solo tiene que seguir las hileras de estacas con su arado (Figura 28) para marcar los surcos en donde se plantara los esquejes enraizados del pasto vetiver que eventualmente formaran los cercos vegetales a lo largo de las curvas de nivel.

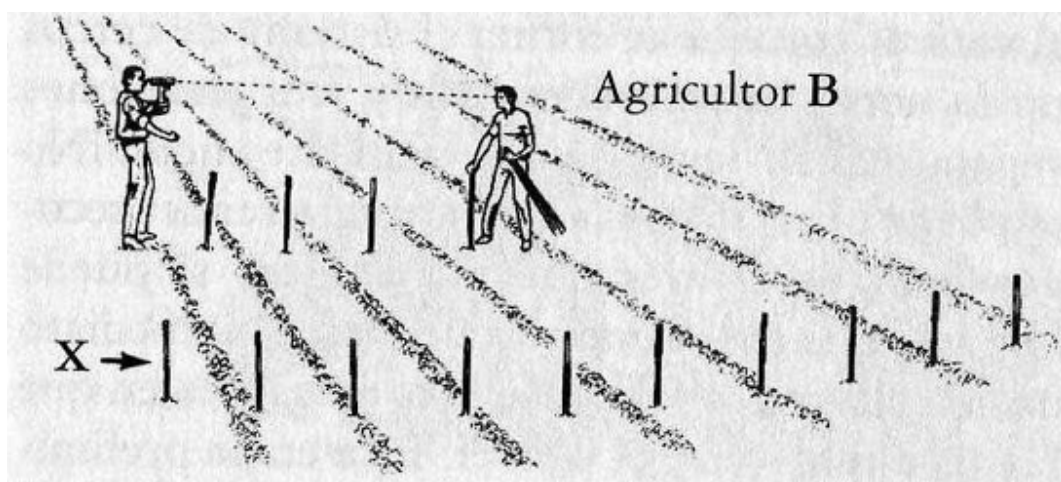


Figura 27. Marcado de las curvas de nivel

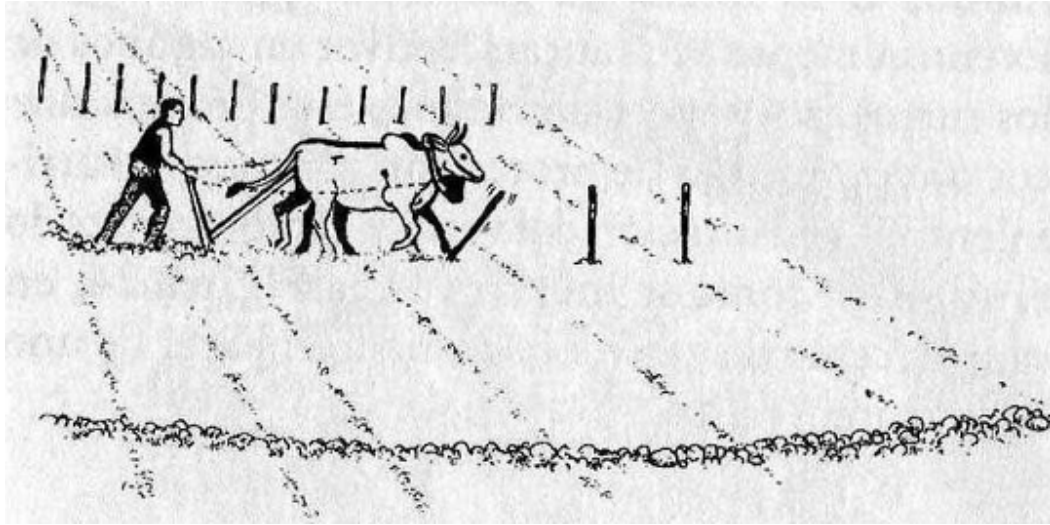


Figura 28. Arado siguiendo las curvas de nivel

G. Establecimiento de cercos de vetiver

Para extraer un macollo de vetiver del semillero de los viveros (Figura 29A y 30 A) se debe utilizar un machete. El sistema radicular es demasiado extenso y fuerte como para poder extraer la gramínea a mano. A continuación se debe arrancar un trozo con raíces del macollo (Figura 29 B y 30 B). El trozo resultante o esqueje enraizado es lo que se planta en el campo (Figura 31 C y 32).

Antes de transportar los esquejes enraizados desde el vivero hasta el campo deben cortarse con un machete las hojas a unos 15-20 cm. de la base y las raíces a unos 5-10 cm. (Figura 31). Esto disminuye la transpiración y le da mayor facilidad de supervivencia impidiendo que se sequen.



Figura 29. Separación de esquejes del macollo de vetiver

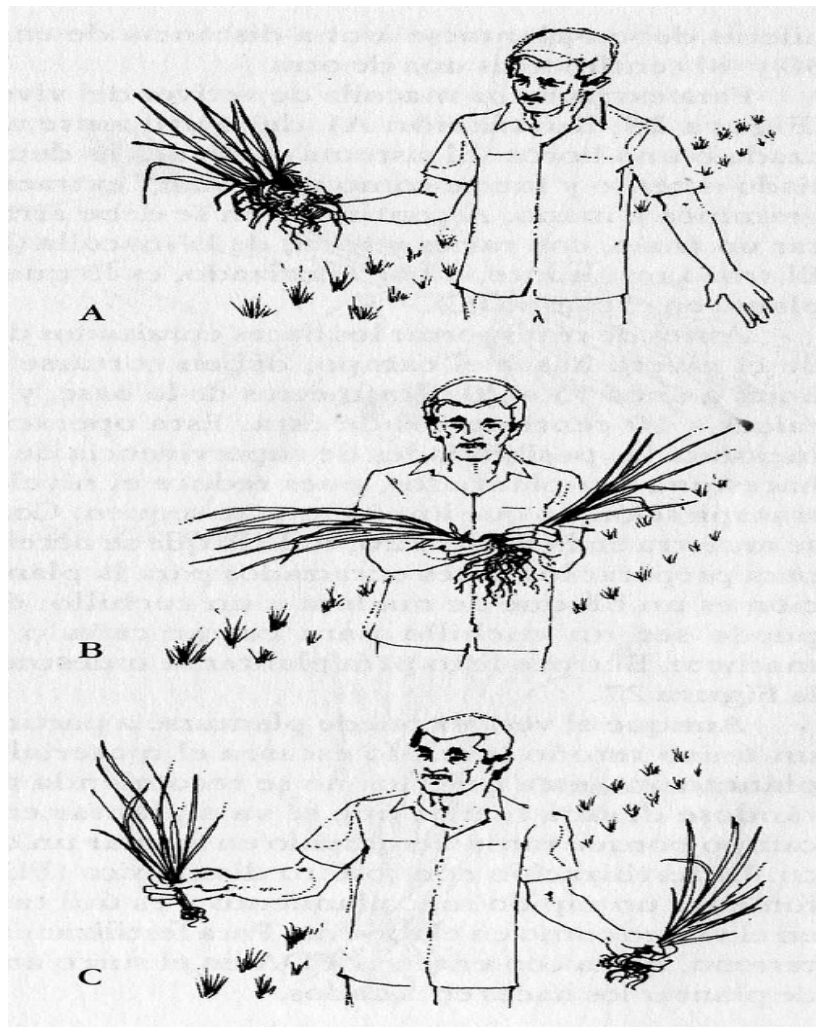


Figura 30. El material de vetiver para plantarlo



Figura 31. Preparación del esqueje enraizado durante el Taller en el núcleo productivo de San Juan de Miraflores

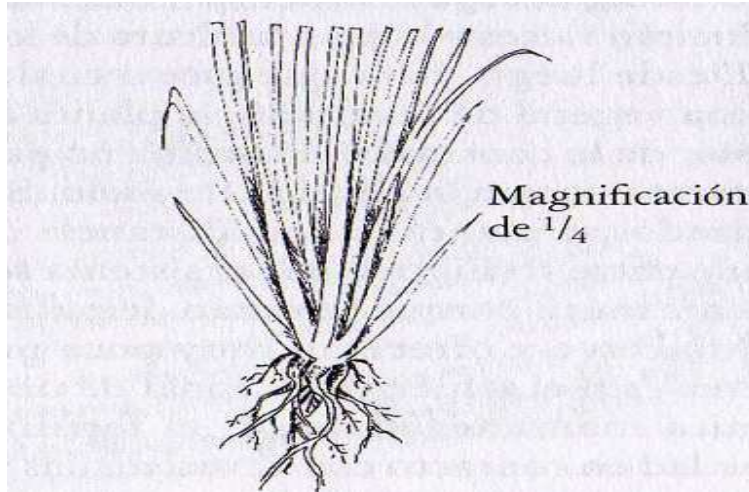


Figura 32. Esqueje enraizado listo para plantarlo

El plantío de los esquejes se realiza mediante el cavado de un pequeño agujero en el surco que se aro si es con riego por gravedad o si no se hizo surcos sobre la superficie plana que también se puede irrigar (por gravedad o riego tecnificado por aspersión o goteo) o estar expuesto a las lluvias. En este agujero se colocan los esquejes a unos 5 cm. de profundidad tratando de que las raíces estén rectas sin doblarse y se le tapa y afirma con la tierra mediante presión con los dedos de tal forma de establecer un buen contacto entre el suelo y las raíces para evitar el socavamiento inicial que puede causar el agua de riego o lluvia en su fase inicial. El próximo esqueje se planta entre 15 a 20 cm. de distancia del primero a lo largo del mismo surco o la línea trazada a curvas de nivel y así sucesivamente como se puede ver en la Figura 33.



Figura 33. Plantado de los esquejes de vetiver

Basta con plantar una sola hilera de esquejes y si se plantan correctamente a una humedad adecuada del suelo, estas pueden resistir hasta un mes sin lluvia o sin irrigación. Sin embargo es posible que algunas mueran y dejen vacíos en la línea del cerco. Estos vacíos deben llenarse plantando nuevos esquejes.

Para que un sistema ofrezca el máximo de protección contra la erosión, los cercos de vetiver deben estar espaciados a un intervalo vertical (IV) adecuado. El IV es la distancia vertical que media entre cercos al bajar la pendiente. La distancia efectiva medida a lo largo del terreno el cual es denominado **tramo de superficie** depende de la inclinación de la pendiente. Si por ejemplo el intervalo vertical es de 2m. , entonces los cercos en una pendiente del 5% se hallarían a una distancia de 40 m. unos de otros en tanto que a una pendiente del 2% sería a 100m. Como se muestra en la figura 34 el tramo de la superficie entre hileras de cercos plantados en una pendiente del 57% con IV de 2m es de un espaciamiento aproximado de 4 m. Entonces cuando las pendiente son mayores las distancia entre los cercos deben ser menores.

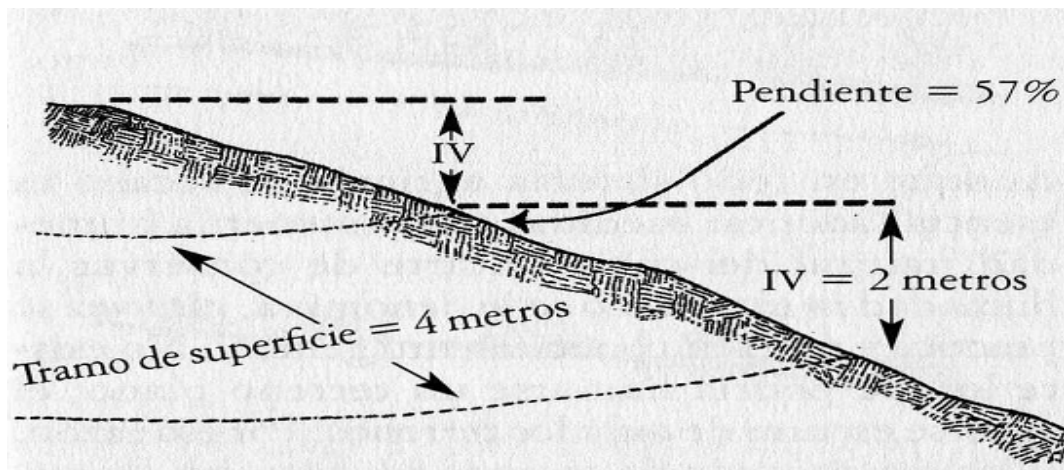


Figura 34. El intervalo vertical

En el cuadro 1 se pueden ver las relaciones entre la pendiente, el tramo de superficie y el intervalo vertical. En la práctica se ha determinado que un IV de 2 m es adecuado.

Las cifras correspondientes a este tramo en el Cuadro 1 se basan en un intervalo vertical (IV) de 1m. Entonces para usar este cuadro se debe multiplicar el tramo de superficie por el IV. Por ejemplo si el IV es de 2 m en una pendiente del 70% la distancia superficial entre las barreras vegetales será de $2 \times 1.7 = 3.4$ m.

H. Otras aplicaciones practicas del vetiver

1) Estabilización del terreno así como de estructuras como presas canales y caminos. En la figura 35 por ejemplo se muestra la forma en que se puede utilizar el vetiver para estabilizar un arrozal típico que depende de la construcción de terraplenes para que el agua de riego se mantenga a un nivel adecuado.

Cuadro 1. Pendiente, tramo de superficie e intervalo vertical

Pendiente		Gradiente	Tramo de superficie* (m)
Grado	%		
1	1.7	1 en 57.3	57.3
2	3.5	1 en 28.6	28.7
3	5.3	1 en 19.5	19.1
4	7.0	1 en 14.3	14.3
5	8.8	1 en 11.4	11.5
10	17.6	1 en 5.7	5.8
15	27.0	1 en 3.7	4.0
20	36.4	1 en 2.8	3.0
25	46.1	1 en 2.1	2.4
30	57.7	1 en 1.7	2.0
35	70	1 en 1.4	1.7
40	84	1 en 1.2	1.6
45	100	1 en 1.0	1.4

* También llamado distanciamiento entre curvas de nivel

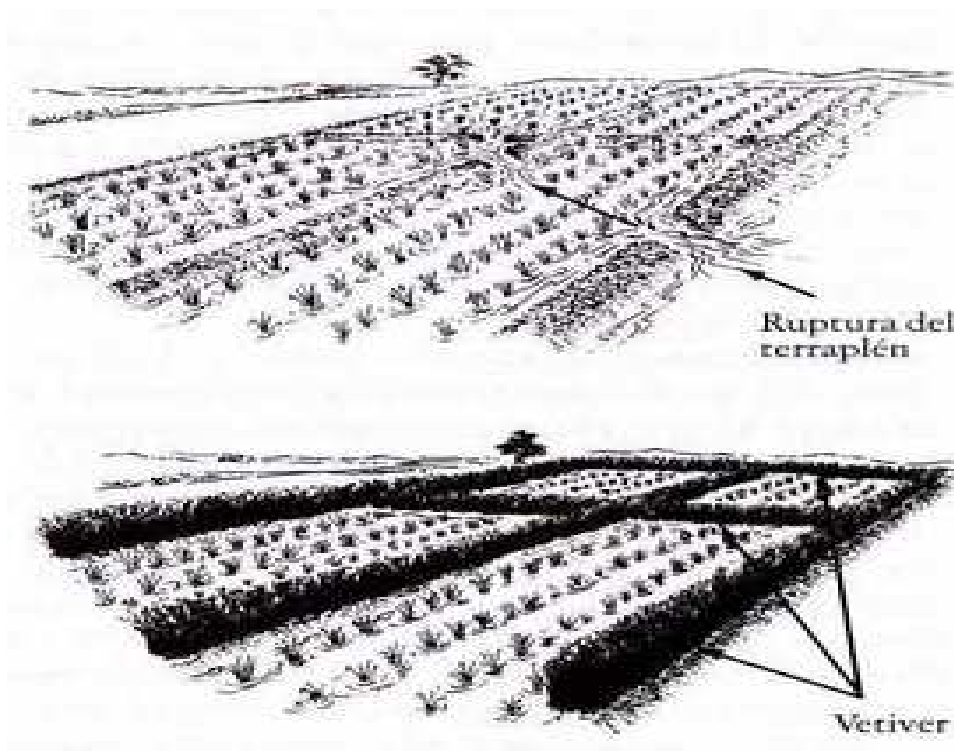


Figura 35. Estabilización de terraplenes o bordos

2) Para la conservación de diques de defensa de los ríos ya que impide que la erosión los devuelva a los campos (Figura 35).



Figura 36. Protección de las riveras de los ríos

3) Plantación de árboles con cercas de vetiver en curvas de nivel (Figura 37 y 38)

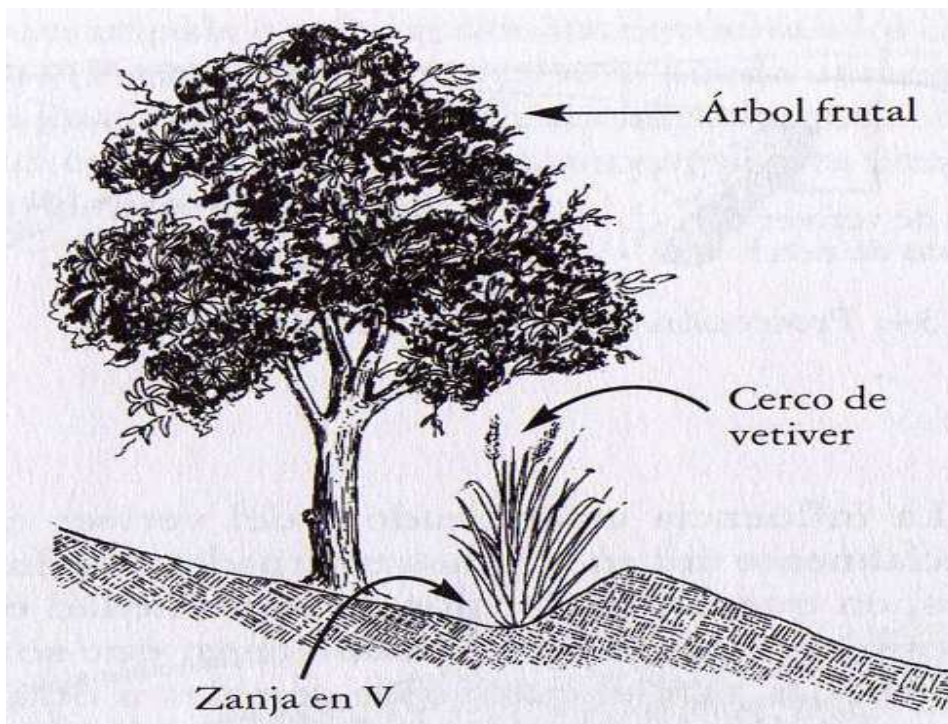


Figura 37. Árboles con protección de vetiver

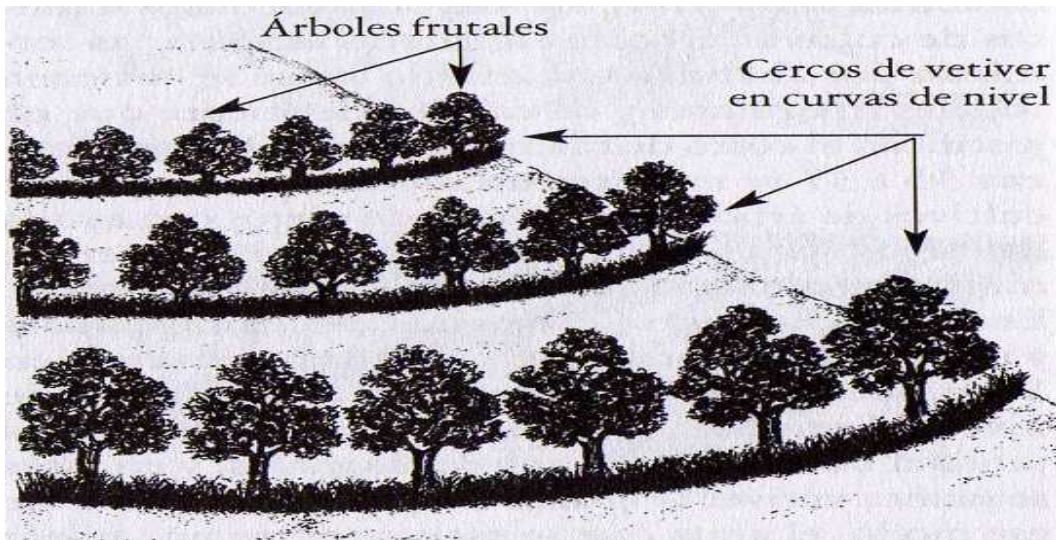


Figura 38, Estabilización en el plantado de árboles

4) Cobertura vegetal o mulch alrededor de los árboles y que son cortados de los bordes de vetiver (Figura 39).



Figura 39. Vetiver utilizado como cobertura vegetal

5) Protección de las terrazas de mampostería o barreras de rocas (Figura 40 , 41 y 42)



Figura 40. Terrazas de mampostería

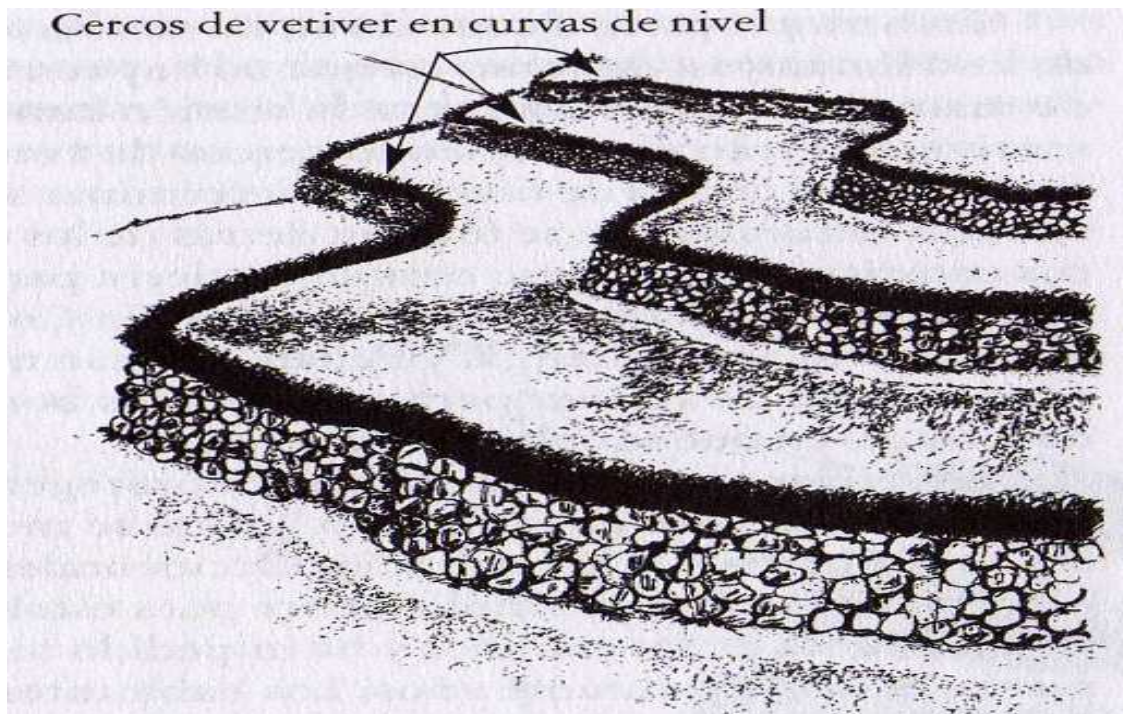


Figura 41. Protección de las terrazas de Mampostería

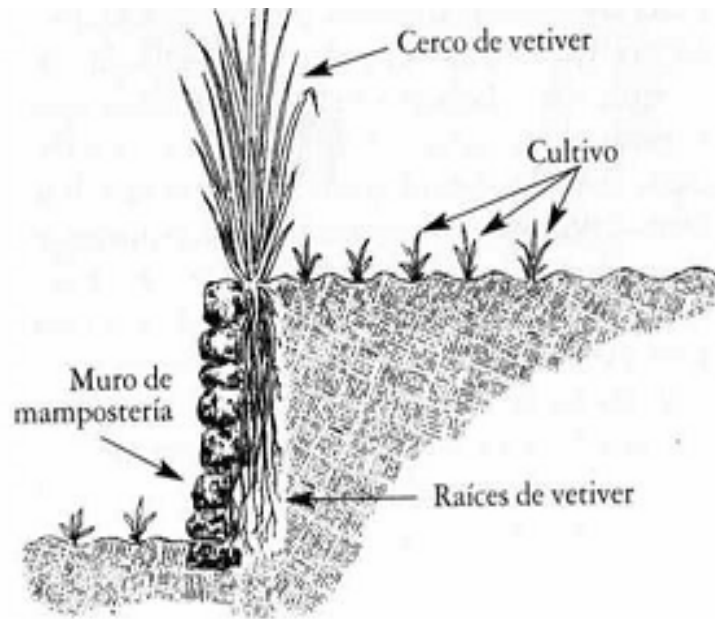


Figura 42. Detalle como funciona el vetiver

6) Protección de los bordes de caminos y los taludes circundantes (Figura 43)

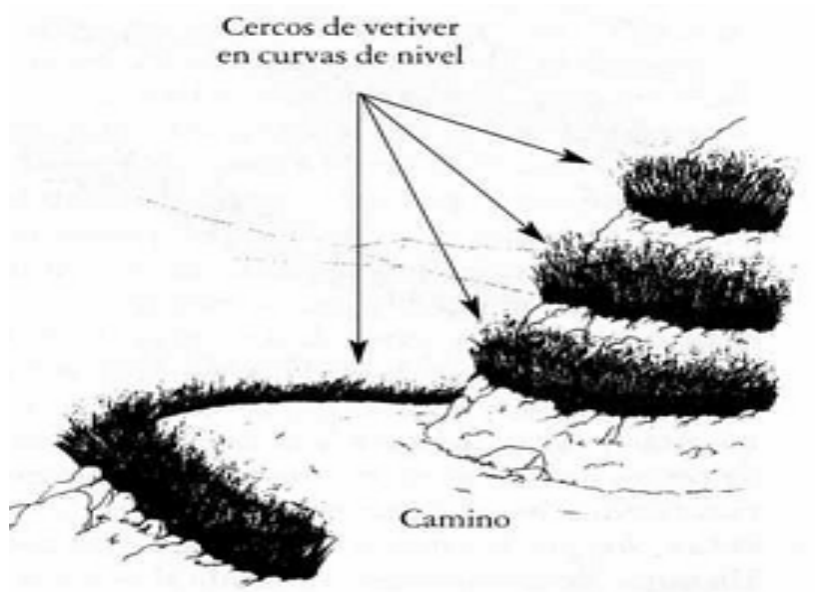


Figura 43. Protección de caminos

7) Protección y estabilización de cárcavas o formación de zanjas erosionadas (Figura 44)

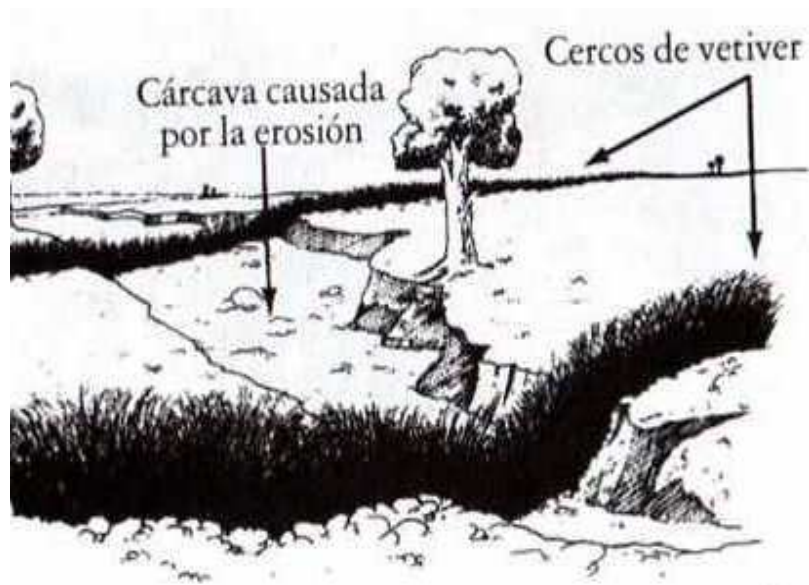


Figura 44. Estabilización de cárcavas

8) Protección de los puentes (Figura 45)

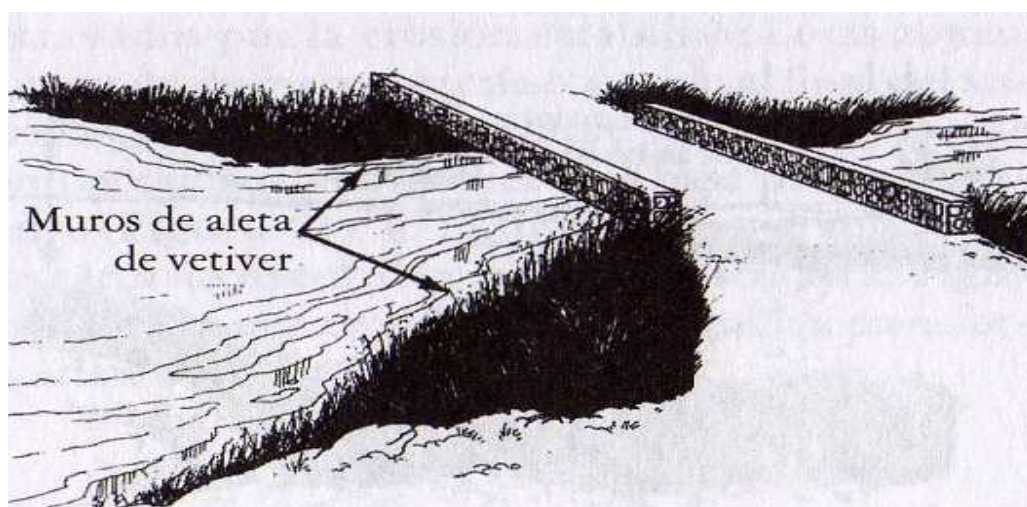


Figura 45. Protección de los puentes

9) Protección de canales de riego (Figura 46)

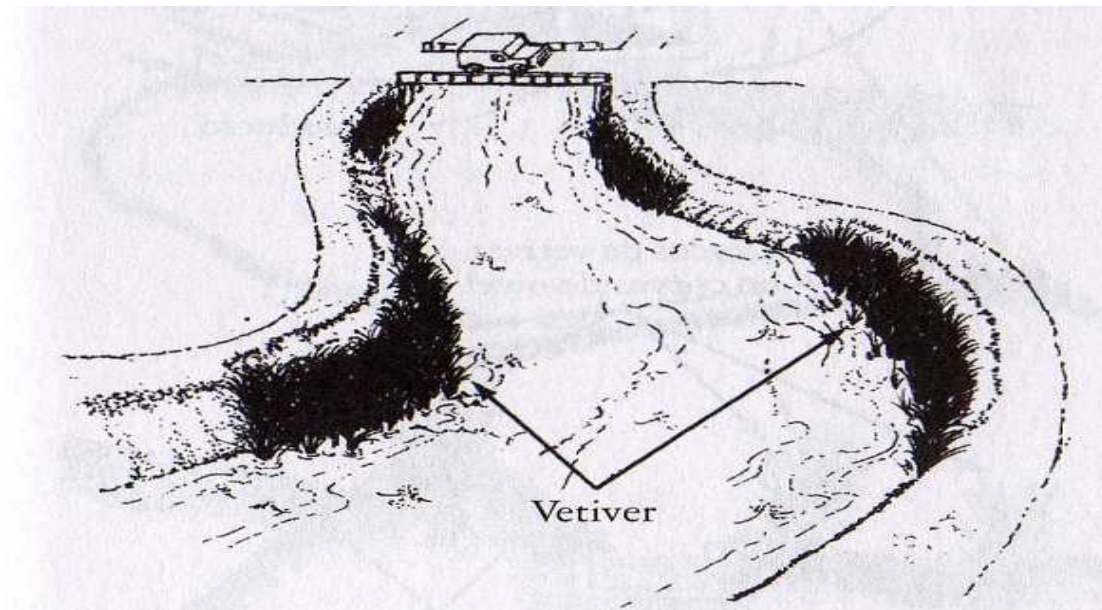


Figura 46. Protección de canales de riego

10) Protección de acueductos

Plantar el vetiver en forma paralela a los costados superior e inferior del conducto de concreto (Figura 47)

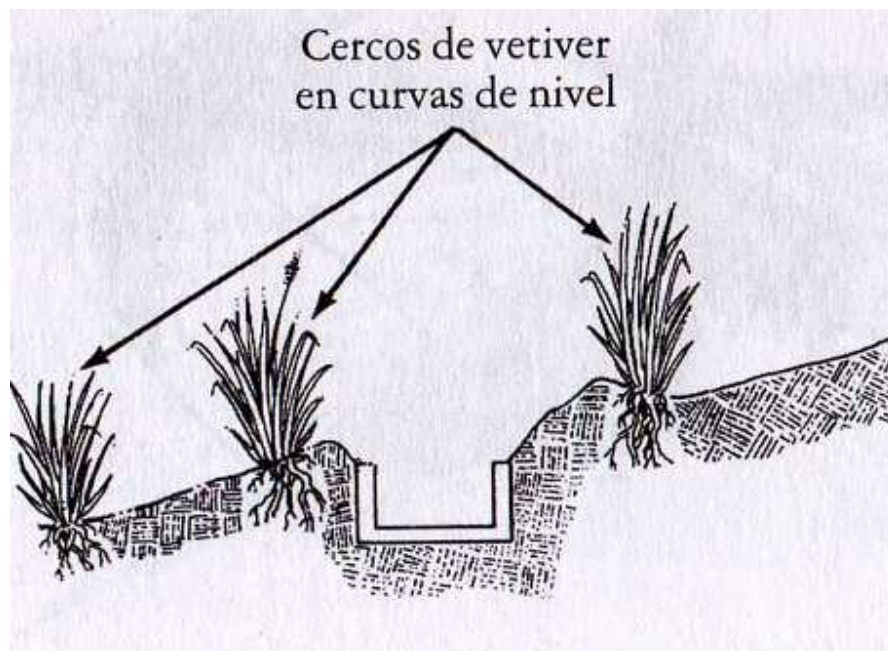


Figura 47. Protección de acueductos

11) Protección de represas

Las represas pequeñas se están llenando de sedimentos y se están quedando inutilizados y si se planta vetiver alrededor de las orillas de la represa como se muestra en la figura 48 A el sedimento arrastrado por el escurrimiento desde los cerros circundantes quedan atrapados antes de llegar a la represa y los cercos de vetiver plantados en sentido transversal a las vías de entrada A de represas pequeñas en corrientes intermitentes protegen a dichas represas contra la acumulación de sedimentos. Con el tiempo los cercos formaran terrazas estables que pueden utilizarse para cultivos o para la plantación de árboles tales les que pueden utilizarse para cultivos o para la plantación de árboles frutales o ornamentales.

En la ilustración 48 B se ha plantado vetiver en los muros de una represa para evitar el desgaste debido a la erosión en surcos.

12) También los brotes tiernos se pueden usar como forraje para la alimentación de ganado

13) Las hojas se pueden usar para la elaboración de compost

14) También sirven de rompevientos en la protección de árboles jóvenes de frutales y de madera.

15) En algunos lugares han sido usados como corta incendios

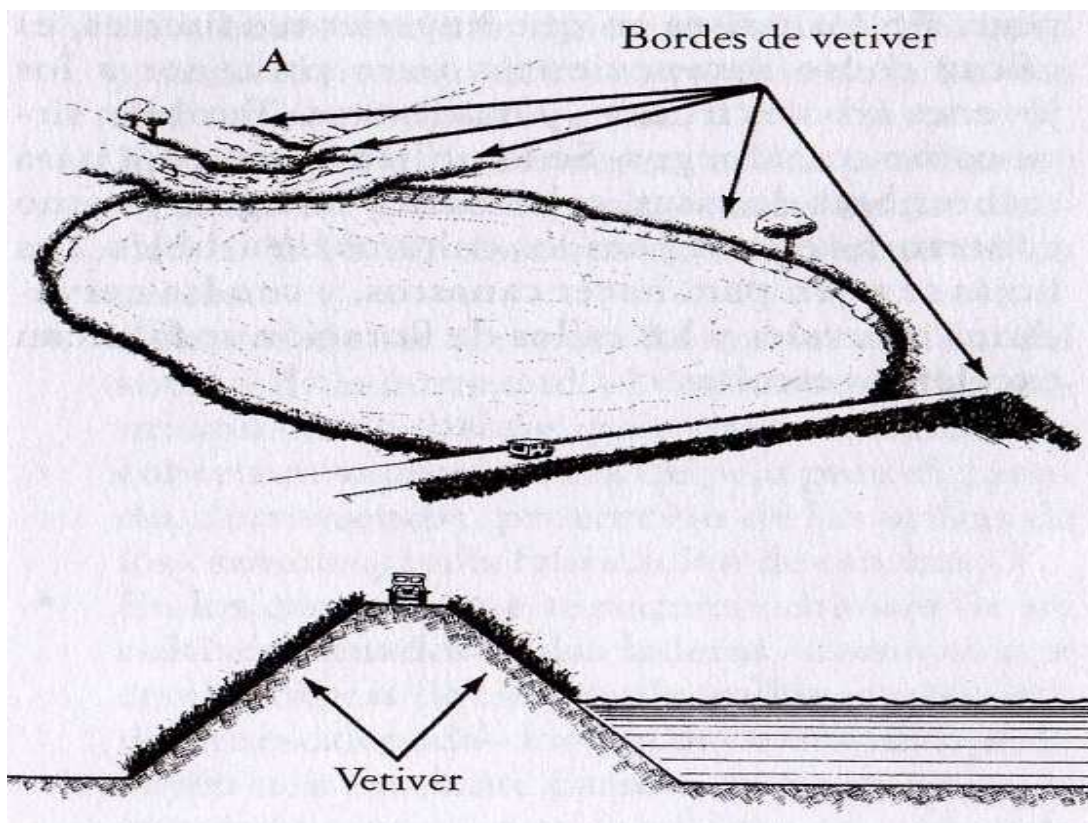


Figura 48. Protección de represas

16) En construcciones rurales en los techos (Figura 49).



Figura 49. Techos de casas rurales

17) Protección de taludes en construcciones modernas (Figura 50).



Figura 50. Plantado de vetiver alrededor de edificios

18) Cobertura vegetal de los cortes para usarlo como mulch (cobertura muerta) para evitar la evaporación

19) Diferentes artesanías con las hojas y las raíces (Figura 51).

- Tejer canastos , sombreros, bolso etc. con las nervaduras centrales
- Con los tallos de floración se fabrican excelentes escobas



Figura 51. Algunas artesanías hechas de las hojas y raíces de vetiver

20) Usos para bioremediación

- Como biofiltro de aguas residuales
- Limpieza de aguas contaminadas en piscinas de oxidación
- En algunas experiencias en Asia se encontró que el extracto de la raíz controlaba la *Solmonella Typha*, *Staphylooccus aureus* y *Pseudomonnas aeruginosa*
- También sirve como repelente de insectos y podría servir como controlador de plagas contra la malaria y dengue

I. Atributos principales del vetiver en su comportamiento con el agua

- 1) es nativa de un ambiente higroscópico, como humedales, lagunas y pantanos
- 2) es extremadamente tolerante a sequías así como a inundaciones y condiciones sumergidas.
- 3) es efectivo para la conservación de suelos y agua
- 4) tiene excelentes características biológicas para la reducción de las aguas residuales y mitigación de la polución por su capacidad de absorber y tolerar altos niveles de minerales pesados.

La absorción de altos niveles de contaminantes o metales pesados es un proceso de reciclaje que la planta lo almacena y usa para otros propósitos mas que un proceso de tratamiento

Las cajas flotantes con vetiver creciendo como cultivo hidropónico puede reducir las recargas altas de nutrientes que son toxicas para los cultivos, árboles frutales, ornamentales y maderables y pueden usarse para irrigación (Figura 52).

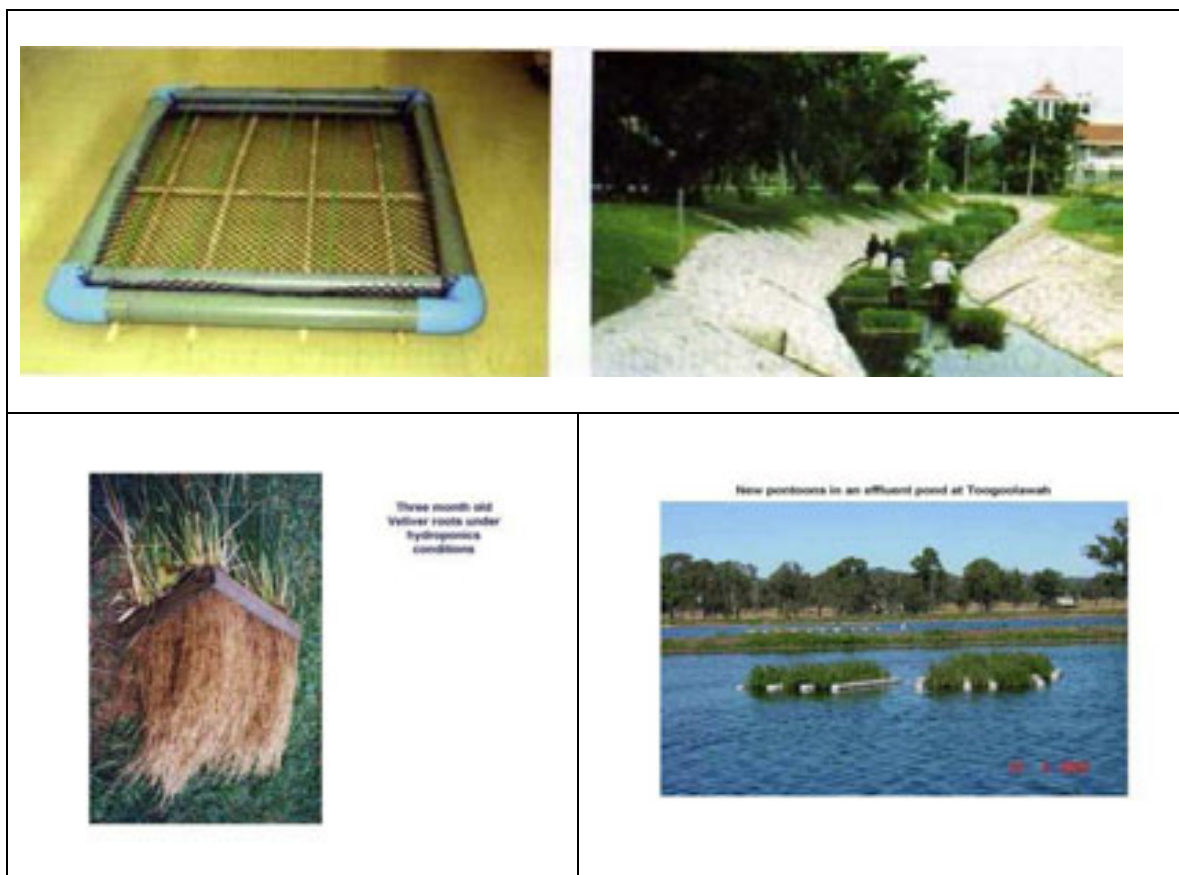


Figura 52. Limpieza de aguas residuales con flotadores de bambú o tubos de PVC en un sistema tipo hidropónico.

También se usan en tanques sépticos con un sistema hidropónico de recirculación de los efluentes ayuda a remover los contaminantes con nitratos reduciendo la polución de las aguas de los acuíferos.

J) Como utilizar las hojas y las raíces que han acumulado contaminantes y metales pesados

- 1) Se pueden usar para cerámicas
- 2) Reemplazo o aditivos para el cemento convirtiéndolo a ceniza que se usa en la ingeniería de la construcción y que cumpla con los requisitos medio ambientales.

K. Referencias bibliográficas

DED-Perú . 2005. Póster el sistema vetiver IINCAGRO-Pozuzo, Proyecto INRENA-IANP/DED-Perú (www.zonasdeamortiguamiento.org)

Greenland J. 1987. Vetiver la barrera contra la erosión. Banco Mundial, Fundación Empresa Polar, Fundación Chaipattan, Total Venezuela, Red Latinoamérica de vetiver Maracay.87 pp. Ediciones Polar.

Land Development Department –Ministry of Agriculture and Cooperatives 2006. Manual : the use of vetiver grass for land development.71 pp.

www.vetiver.org/lavn_net.htm

www.vetiver.org

L. Editor del manual

Julio Alegre Orihuela es Ing. Agrónomo con MS en Conservación de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) en Lima, Perú y Ph.D. en ciencias del suelo en North Carolina State University de USA. Actualmente es Profesor Principal de la UNALM en el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía y la Facultad de Forestales. Tiene más de 30 años investigando el manejo de los suelos tropicales en Perú, Latinoamérica, Asia y África con la Universidad Carolina del Norte Instituto de Investigación Agraria (INIA) y el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF) .Es coordinador en Perú de la red latinoamericana de vetiver y esta investigando sus usos y su propagación en otros ecosistemas del Perú.

Es experto internacional en temas medio ambientales, recuperación de suelos degradados y contaminados por minas, gasoductos, oleductos, mineraductos , aguas residuales y temas de reforestación con agroforestería. **Email:** jalegre@lamolina.edu.pe