

## APLICACIONES DEL SISTEMA VETIVER

El Sistema Vetiver, el cual se basa en la utilización de la planta vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), fue inicialmente desarrollado por el Banco Mundial, para la conservación de suelos y agua y aumentar la productividad agrícola, a mediados de los años ochenta.

Mientras la aplicación de esta tecnología todavía juega un papel importante en el manejo de las tierras agrícolas, la investigación y desarrollo llevada a cabo desde la década de los 80 del siglo pasado ha demostrado claramente, que debido a la extraordinarias características de la planta vetiver, el Sistema Vetiver puede ser usado como una técnica de bioingeniería para la estabilización de taludes, el control de erosión superficial de suelos, la descontaminación de suelos, regeneración de acuíferos, la depuración de aguas residuales, y otras aplicaciones en protección ambiental.

### ESTABILIZACIÓN TALUDES.

Una de las principales funciones del Vetiver, es lograr estabilizar los terrenos inclinados y expuestos a la erosión; dichos terrenos, ya sea por exposición a los agentes meteorológicos o por colapso de los mismos pueden ocasionar vaciados, deslizamientos... que, a su vez, pueden desembocar en desastres con pérdidas materiales importantes.

Una de las formas de prevenir deslizamientos y deterioros de los suelos en la zonas de laderas, cauces de ríos acequias, canales y taludes en general, es el establecimiento de barreras vivas con plantas Vetiver, de esta manera se forman muros de contención naturales gracias a las características de sus raíces, las cuales se entrelazan entre sí armando el terreno.



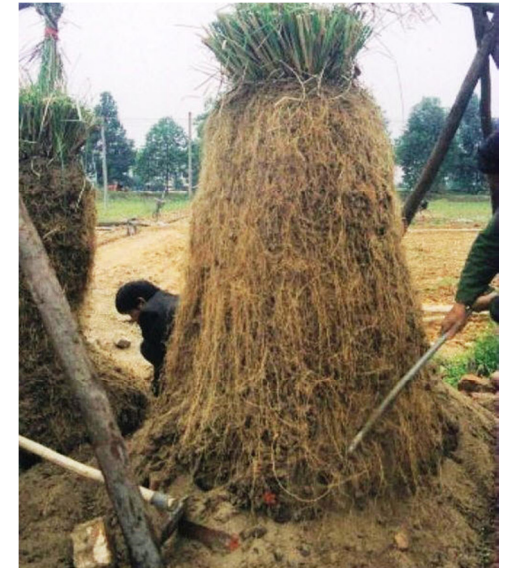
### **CONTROL DE EROSIÓN.**

El Sistema Vetiver es un método muy efectivo para el control de la erosión del suelo. Las barreras estrechas de la hierba dispersan el agua de lluvia a través de la pendiente, actuando como filtro para atrapar el sedimento de la erosión y creando terrazas naturales; además reducen la velocidad de salida del agua procedente de las citadas precipitaciones, ayudando a la infiltración en el terreno de la mayor parte de estas aguas.

Tiene gran uso en la conservación del suelo y rehabilitación de tierras erosionadas por escorrentías, crecidas de ríos y mareas (esto último gracias a su tolerancia a ambientes salinos).

### **REGENERACIÓN DE ACUÍFEROS.**

Cuando las aguas llegan a las líneas de vetiver, a consecuencia de la densidad de su sistema radicular y a la profundidad del mismo, dichas aguas quedan retenidas en las capas inferiores del terreno, ayudando a la regeneración de acuíferos y aumentando la humedad de la zona, lo cual favorece al resto de la flora del lugar.



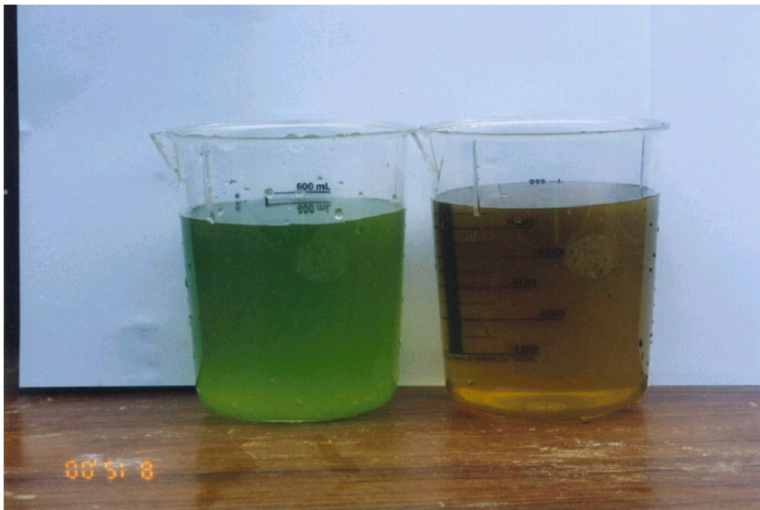
### DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS.

Debido a su alta capacidad para la absorción de N, P, metales pesados, productos químicos agrícolas, E. Coli... la planta Vetiver tiene la capacidad de descontaminar suelos. Ésta absorbe dichos componentes a través de sus raíces trasladando, la mayor parte de ellos, a su parte foliar.

### DEPURACIÓN DE AGUAS.

Como se ha mencionado anteriormente, el Vetiver puede tolerar altos niveles de nitratos, fosfatos, metales pesados, productos químicos agrícolas, etc... Por ello el Sistema Vetiver se utiliza para el tratamiento de aguas contaminadas, fecales y/o residuales. También es un excelente remedio contra las aguas plagadas de micro-algas verde-azuladas.

En la imagen de la izquierda se puede observar dos recipientes: el de la izquierda contiene agua residual infestada de algas verde-azuladas, debido a altos niveles de nitratos (100mg/L) y fosfatos (10mg/L); el de la derecha tras realizar un tratamiento del agua con el Sistema Vetiver, se obtuvo una reducción en los niveles de nitratos de un 94% (6mg/L) y en los de fosfatos de un 90% (1mg/L).



La utilización de Vetiver para tratar aguas residuales domésticas e industriales es un método de bajo coste y muy eficiente. En distintas investigaciones realizadas se ha demostrado que el vetiver bajo condiciones hidropónicas es capaz de bajar el nivel nitrógeno total de 100 mgL<sup>-1</sup> a 6 mgL<sup>-1</sup> (94 % de eficiencia); el fósforo total de 10 mgL<sup>-1</sup> a 1 mgL<sup>-1</sup> (90 %), Coliformes fecales  $\geq 1.600$  org /100 mL a 900 org /100 mL (44 %); E. Coli %, E. Coli de  $\geq 1.600$  org /100 mL a 140 org /100 mL (91 %); Oxígeno disuelto de < 1 mgL<sup>-1</sup> a 8 mgL<sup>-1</sup> (>800); pH de 7.3 a 6,0.

Por todo lo explicado en este punto el Sistema Vetiver es idóneo para el tratamiento de:

- Lixiviados procedentes de vertederos.
- Depuración de aguas procedentes de tratamientos primarios en estaciones de depuración de aguas residuales, tanto a nivel particular, comunitario como de poblaciones.
- Descontaminación de aguas procedentes de vertidos industriales.
- Descontaminación de aguas procedentes de usos ganaderos.

### **CAPTACIÓN DE CO<sub>2</sub>.**

El Vetiver es una planta clasificada con C4, por lo que se encuentra en el rango de plantas más eficientes en la asimilación de CO<sub>2</sub>, no realizando emisiones de éste a la atmósfera. Captando del medio ambiente 5 kg/m<sup>2</sup>/año, que en términos de plantas sembradas es equivalente a 2 plantas por metro cuadrado.

### **BIOMASA.**

El vetiver es una planta de rápido crecimiento, esto hace que genere una gran cantidad de biomasa. Las tasas de generación de biomasa están en función de la naturaleza del suelo, régimen de lluvias o riegos, nutrientes y temperaturas. Se puede establecer un ratio entre 40 y 90 Tn/año/hectárea.

### **PAISAJISMO Y OTROS USOS.**

El buen porte y aspecto de la planta, su capacidad de adaptación a cualquier tipo de terreno y el bajo mantenimiento que requiere; la hace idónea para su uso en paisajismo, además su trata de planta no invasiva por la esterilidad de sus semillas.



En su uso en parques y jardines siempre hay que contar con el valor añadido que supone su alta captación de CO<sub>2</sub>.



Otros usos del vetiver son:



Cortavientos; barrera anti-fuego; barrera para control de avalanchas de agua; barrera visual y acústica; barrera antipolución atmosférica; delimitación de áreas diversas; creación de presas de tierra de bajo coste; prevención de desastres naturales; fuente de mulch (restos vegetales, en este caso hojas cortadas) para protección del suelo; especie pionera para reforestación de áreas problemáticas o difíciles; creación, conservación y potenciación de sistemas agroforestales; protección de cultivos; protección y delimitación de vías y caminos; protección y defensa de acequias y cursos de agua; regeneración de canteras; ayuda a la implantación de especies autóctonas.







El Sistema Vetiver está considerado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del gobierno de España como una tecnología en la lucha contra la desertificación.

 	<b>INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN</b>
<b>FICHA DE LA TECNOLOGÍA</b>	
<b>Uso del Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) en labores de contención de la erosión y protección del suelo</b>	
<b>TEMÁTICA</b>	
<b>Clasificación:</b> Sector Agrario y Forestal <b>Tema:</b> Restauración Hidrológico Forestal <b>Subtema:</b> Material vegetal y Viveros <b>Tipo:</b> Técnica <b>Clasificación finalidad:</b> Restauración <b>Objetivo:</b> Mejora de la cobertura del suelo <b>Degradación afrontada:</b> Erosión y pérdida de materia orgánica	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>1. INTRODUCCIÓN</p> <p>La bioingeniería trata el problema de la consolidación de terrenos inestables mediante el rápido establecimiento de materiales vegetales, entre los que se encontraría el vetiver.</p> <p>El Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i> L.) es una gramínea perenne en forma de macolla de desarrollo muy rápido, muy resistente a la sequía, a la contaminación y a la salinidad, y adaptable a todo tipo de condiciones de cultivo. Es originaria de zonas pantanosas de la India y su género consta de diez o doce especies distribuidas por los trópicos asiáticos y americanos. Está emparentada con la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) y el sorgo (<i>Sorghum spp.</i>).</p> <p>El Vetiver, en condiciones favorables, puede alcanzar hasta 3 m de altura. Su sistema radicular está formado por una gran masa de raíces esponjosas, fibrosas y resistentes que crecen hasta profundidades elevadas. De ahí su gran resistencia a la sequía. Se cultiva en las más diversas y extremas condiciones de suelo. Por sus características morfológicas, fisiológicas y ecológicas, el Vetiver se adapta especialmente a la formación de setos para la contención de la erosión y la protección del suelo. Tiene una alta capacidad colonizadora y de estabilización de tierras. Además, sus raíces contienen cantidades elevadas de aceites esenciales, muy apreciados en la elaboración de perfumes y desodorantes.</p> <p>2. OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reducir la velocidad de la escorrentía, debilitando, filtrando y regulando el paso del agua, evitando la formación de surcos, cárcavas y la pérdida de suelo.</li> <li>– Incrementar la fertilidad, calidad y humedad del sustrato en una zona determinada por la acumulación de sedimentos, formándose unas terrazas naturales con una gran capacidad productiva.</li> </ul> <p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>El vetiver está considerado como el principal recurso vegetal en el combate de la erosión en trópicos y subtropicos. La erosión superficial, o laminar es responsable directa de la pérdida de millones de toneladas de suelo fértil y de millones de hectáreas de suelos forestales y de cultivo. Las zonas que conservan una cubierta vegetal natural y diversa no se ven afectadas en tanta medida por este tipo de erosión.</p> <p>La tecnología Vetiver consiste en el establecimiento de barreras vegetales de Vetiver.</p> <p>Es de bajo coste de desarrollo y mantenimiento, y de rápida aplicación y poco impacto ambiental, sobre todo si se compara con los sistemas tradicionales de estructuras artificiales. Además, tiene gran efectividad y larga duración.</p> <p>Estas barreras son muy fuertes. Una raíz de vetiver por sí sola es casi imposible de cortar con las manos desnudas, pues debajo de las barreras se forma otra barrera subterránea, formada por una intrincada, poderosa y muy densa red de raíces que llegan hasta los cinco metros de profundidad y que</p>	

 	<b>INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>prácticamente blindan el terreno, al mismo tiempo que lo protegen y lo enriquecen. Las barreras de vetiver no son impermeables, reducen la velocidad de la escorrentía, debilitando, filtrando y regulando el paso del agua, evitando la formación de surcos, cárcavas y la pérdida de suelo. Detrás de las barreras se forma una capa de sedimentos que forma un suelo generalmente de una alta fertilidad. Conforme aumentan los sedimentos, se incrementa la fertilidad, calidad y humedad del sustrato en la zona y se va formando de esta manera unas terrazas naturales con una gran capacidad productiva.</p> <p>El vetiver, al tener la particularidad de emitir raíces de los nodulos de los tallos sigue rebrotando, aunque se encuentre en parte cubierto de sedimentos, por tanto mientras más alta sea la capa de sedimentos atrapados más alta serán también las barreras de vetiver.</p> <p>Las barreras de vetiver son también de gran utilidad para proteger acequias, cañerías y cursos de agua, estabilización y delimitación de caminos y carreteras, reforzamiento de estructuras de todo tipo y prevención de corrimientos de tierra.</p> <p><b>ESTABLECIMIENTO DE BARRERAS</b></p> <p>Establecer barreras con vetiver no es complicado. En pendientes es necesario disponer las barreras a modos de curvas de nivel, esto es uniendo los diferentes puntos de la zona que se encuentren a una misma altura.</p> <p>La distancia de plantación de una planta de vetiver a otra va en tuncion del uso que se le pretenda dar a la barrera y del grado de inclinación de las laderas a plantar.</p> <p>Es importante que el material sea fresco y de calidad, hay que protegerlo del sol y mantener con las raíces en agua incluso durante el trabajo en el campo, para favorecer el arraigo posterior.</p> <p>El grosor de la barrera depende del caudal que se estime debe resistir. Se suelen plantar de una a tres filas por barrera (separadas cada fila entre sí de 10 a 40 cm).</p> <p>Las presas de tierra son montículos de tierra dispuestos en cauces o zonas de gran erosión. La densidad de las plantaciones en estas presas debe de ser alta, con marcos de plantación de los plantones del orden de 10 x 10 u 10 x 15 m, para cubrir rápidamente toda la superficie.</p> <p>Las barreras de vetiver tardan de seis meses a tres años en llegar a ser plenamente eficaces dependiendo de las condiciones climáticas, profundidad y calidad del suelo.</p> <p>La labor de plantación suele consistir en efectuar un agujero con la ayuda de una barra de hierro anillado, pesada y maciza que se ciava y se mueve ligeramente de un lado a otro antes de introducir el plantón. También se puede mecanizar con una máquina subsoladora o un arado.</p> <p>En condiciones de precipitaciones escasas da buen resultado cavar o arar primero un surco, ancho y no excesivamente profundo y disponer los plantones en el fondo del mismo con la técnica de la barra de hierro.</p> <p>En lugares difíciles o poco estables como pendientes pronunciadas, cursos de agua, etc. Es más recomendable emplear plantones de vetiver ya enraizados en vivero.</p> <p>Para enraizarlo se pueden emplear bolsas, contenedores de plástico o bandejas forestales con las que se logran plantones con un cepellón estrecho y anillado que resulta poco pesado, seguro y sencillo de manejar y de plantar. De esta forma se obtiene un establecimiento de las barreras prácticamente inmediato.</p> <p>Otra aplicación del las barreras vetiver se encuentra en el control polución del agua, ya que es muy eficiente en la absorción de N, P, Pb, Cd y Pb.</p> <p><b>EL VETIVER EN ESPAÑA</b></p> <p>La empresa TECNAGRIND S.L. ha desarrollado en España un proyecto, cofinanciado por la Unión Europea, con el objetivo de demostrar la posibilidad de utilización del Vetiver en Europa y difundir las ventajas de su utilización para los agricultores europeos.</p> <p>El proyecto demostrativo, realizado en la región de Murcia (finca San Julián en la Hoya, Lorca) con resultados muy positivos, se ha orientado a determinar la viabilidad del vetiver en las labores de conservación de suelos en áreas de clima mediterráneo. Como resultado del proyecto se elaboró un Manual de utilización del Vetiver. Se recomiendan las siguientes aplicaciones en Europa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protección de puntos o zonas singulares, como pequeños cauces, cunetas, antiguos márgenes, bajo árboles aislados, etc.</li> <li>– Plantaciones lineales: protección de parcelas con pendiente desigual, terrazas de cultivo, a lo largo de canales o cursos de agua, carreteras, acequias de riego, etc.</li> </ul>	

 	<b>INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plantaciones en superficies amplias, siguiendo las curvas de nivel.</li> <li>– Plantaciones para extracción de aceite esencial.</li> </ul> <p>4. APLICACIONES</p> <p>Las principales aplicaciones de la tecnología Vetiver son: la conservación de agua y sedimentos, la estabilización de pendientes, la rehabilitación de campos de cultivo, la recuperación de suelos y la prevención de catástrofes naturales.</p> <p>Las barreras de vetiver son también de gran utilidad para proteger acequias, cañerías y cursos de agua, estabilización y delimitación de caminos y carreteras, reforzamiento de estructuras de todo tipo y prevención de corrimientos de tierra.</p> <p>Otras aplicaciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Barrera contra la erosión.</li> <li>- Cortavientos.</li> <li>- Barrera anti-fuego.</li> <li>- Barrera para control de aviañancas de agua.</li> <li>- Barrera visual y acústica.</li> <li>- Barrera antipolución atmosférica.</li> <li>- Delimitación de áreas diversas.</li> <li>- Creación de presas de tierra de bajo coste.</li> <li>- Prevención de desastres naturales.</li> <li>- Mantenimiento de taludes de tierra.</li> <li>- Control de sedimentos.</li> <li>- En barrancos, pendientes y taludes, para la conservación del agua y el sustrato.</li> <li>- Formación de bancales vivos y naturales.</li> <li>- Prevención de corrimientos de tierras y desastres naturales.</li> <li>- Fuente de mulch (restos vegetales, en este caso hojas cortadas) para protección del suelo.</li> <li>- Especie pionera para reforestación de áreas perturbadas o difíciles.</li> <li>- Creación, conservación y potenciación de sistemas agroforestales.</li> <li>- Recarga de acuíferos y aguas subterráneas.</li> <li>- Protección de cultivos.</li> <li>- Protección y delimitación de vías y caminos.</li> <li>- Protección y defensa de acequias y cursos de agua.</li> </ul>	
<b>TECNOLOGÍAS RELACIONADAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestión de la recarga de acuíferos: su implicación en la lucha contra la desertificación. Tipologías y dispositivos de recarga artificial.</li> <li>– Mulches para el control de la erosión.</li> <li>– Utilización de fajinas para el control de la erosión en laderas y taludes.</li> <li>– Utilización de escalones de matorral para el control de la erosión en laderas y taludes.</li> <li>– Utilización de biorrollos para el control de la erosión.</li> </ul>	
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Web: <a href="http://www.agrodesierto.com">www.agrodesierto.com</a></li> <li>• Publicación "El Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) Manual de utilización", como uno de los resultados del proyecto, a cargo de la empresa TECNAGRIND S.L. Tecnologías Agrarias e Industriales.</li> <li>• Yoon, P.K.; Trogia M.; Tasis J.V.; Rodríguez J.N. y Frutos D.T. The introduction, early results and potential uses of VGH in mediterranean region.</li> <li>• TECNAGRIND S. L., El Rabato, s/n Finca Moll Coloma, 08730 Subirats, Barcelona, Spain.</li> </ul>	

 	<b>INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN</b>
<b>IMÁGENES</b>	
 <p style="text-align: center;"><i>Detalle del porte de Vetiveria zizanioides.</i></p>	
 <p style="text-align: center;"><i>Terrazas creadas con Vetiver.</i></p>	