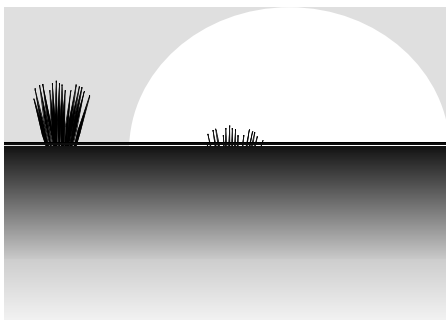


BOLETÍN VETIVER

MAYO DE 2002. NÚMERO 10.



Boletín Vetiver:

Publicación divulgativa de la Red
Latinoamericana del Vetiver
RLAV

red_vetiver@hotmail.com

Comité Editor:

Dr. Oscar Rodríguez, Coordinador
Red Latinoamericana del Vetiver.
Universidad Central de Venezuela.
osrp@telcel.net.ve

Prof. Gerardo Yépez Tamayo,
Coordinador Red Venezolana del
Vetiver. Sociedad Conservacionista
Aragua. Venezuela.

socoa@socoa.org.ve

Dr. Oswaldo Luque M. Consultor
Ambiental. Venezuela.
oluque@cantv.net

Prof. Oscar Silva. Universidad
Central de Venezuela.
silvao@agr.ucv.ve

Editorial.

La tecnología del pasto vetiver (TPV) se ha ido consolidando como una alternativa probada para combatir problemas de degradación de suelos y aguas y otros problemas ambientales. Con el presente boletín esperamos difundir algunos aspectos de interés en la aplicación de esta tecnología, que esperamos nuestros amigos lectores puedan poner en práctica, o de alguna manera, hacerla llegar a los usuarios de la TPV, que harán efectiva su aplicación en la protección de tierras agrícolas, en la protección de infraestructura, en la mitigación de desastres, en el control de la polución y en la promoción del desarrollo sustentable de comunidades y poblaciones, en particular de sectores carentes de recursos.

De la última reunión internacional sobre vetiver, ICV-2, realizada en Tailandia en enero de 2000, cuyo tema fue "Vetiver y el Ambiente" y la cual dio pie a importantes documentos que quedaron plasmados en las memorias de la conferencia, hemos extraído y traducido varios artículos que consideramos de sumo interés y que ponemos a su disposición en este boletín. La próxima conferencia internacional sobre vetiver, ICV-3 se

realizará en China, y el lema de la misma es: "Vetiver y el Agua", dada la importancia estratégica del recurso agua para el progreso de la humanidad y las amenazas de deterioro bajo las que se encuentra. Se incluye un artículo donde se exponen detalles de la misma para los interesados.

Por último, en el ámbito de la región Latinoamericana, esperamos seguir contando con sus aportes y el compartir de sus experiencias para enriquecer el contenido del boletín de la red en sus próximas ediciones. En todo momento estamos recibiendo comunicaciones de estímulo por la labor de difusión que realiza la Red Latinoamericana del Vetiver (RLAV) y las otras redes regionales y nacionales de la región latinoamericana, y principalmente recibimos comunicaciones de individualidades y organizaciones que requieren detalles técnicos, asesoramientos, información local y consecución de material de propagación. Esperamos a través del boletín y los enlaces de la red atender a estas necesidades, para lo cual es importante compartir las experiencias que cada uno haya tenido con la TPV, en este sentido, la red estará siempre dispuesta a servir como canal facilitador de la información que esté disponible.

CONTENIDO:

LA MITIGACIÓN DE DESASTRES Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD: VISIÓN DE UN OBSERVADOR EXTERNO.....	2
RCV PRESENTE EN EL SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CONTROL DE EROSIÓN.....	8
JÓVENES INVESTIGADORES ESTUDIAN LA TOLERANCIA DEL VETIVER AL NÍQUEL.....	9
LA TERCERA CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE VETIVER.....	11

ESTABLECIMIENTO EXITOSO DE BARRERAS DE VETIVER EN EL TERRENO.....	15
TECNOLOGÍA DE PASTO VETIVER (TPV) PARA LA PROTECCIÓN DE TORRES DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA EN VENEZUELA.....	18
POTES DE PASTO VETIVER: PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN	21
CENTROS DE ORIGEN Y DISPERSIÓN DEL VETIVER.....	22
LISTA DE ENLACES NACIONALES DE LA RED LATINOAMERICANA DEL VETIVER.....	23

ANUNCIO SOBRE EL CURSO DE ELABORACIÓN DE ARTESANÍA CON VETIVER.....	24
---	----

Si está interesado en recibir una copia electrónica de este documento (440 Kb) por favor escriba a:

Prof. Oscar Silva
silvao@agr.ucv.ve

La mitigación de desastres y reducción de la vulnerabilidad: Visión de un observador externo.

(Una perspectiva desde el ángulo de los recursos naturales sobre las potencialidades del Sistema Vetiver).

James Smyle

Regional Unit for Technical Assistance, World Bank,
San José-Costa Rica

Trabajo presentado en el panel de discusión sobre vetiver y los desastres naturales, en la segunda conferencia internacional sobre vetiver,
Tailandia Enero 2000.

Resumen

El 24 de Octubre de 1998, la tormenta tropical atlántica Mitch fue reclasificada como huracán, el cual se desarrolló como una de las tormentas más fuertes y dañinas que han avanzado sobre el Caribe y Centroamérica. Ocurrieron eventos catastróficos como deslizamientos e inundaciones en toda la región.. Cuando todo finalizó, más de 9200 personas habían muerto, casi 270000 hogares se habían perdido; 34120 km de carreteras y 335 puentes fueron destruidos. Los impactos de Mitch sobre las cuencas, vidas humanas, y la economía de los países afectados serán sentidos al menos en los próximos 8 a 10 años. Los expertos internacionales se apersonaron rápidamente en la región para asistir en el diagnóstico de lo que había ocurrido y que se requería hacer. Quizás, sin causar sorpresas, la mayoría de sus recomendaciones consistieron en cosas que los profesionales de recursos naturales e ingeniería civil habían estado recomendando normalmente como una "buena práctica". Algunas de esas recomendaciones son prácticas para las cuales el sistema vetiver se ajusta muy bien. Este trabajo tiene como intención revisar las lecciones aprendidas por un profesional de los recursos naturales, particularmente sobre dónde y cómo el Sistema Vetiver puede jugar un rol en la mitigación de desastres y reducción de la vulnerabilidad, tanto como un observador como un participante en los esfuerzos de emergencia y reconstrucción post-Mitch

¿ Que se necesita hacer ?

De acuerdo a los especialistas en desastres, el asunto en este

momento no es la "reconstrucción", es más bien "el desarrollo en el nuevo contexto creado por el último desastre". Desde la perspectiva del manejo de cuencas, los principales retos en este "nuevo contexto" parecen incluir:

- Movimientos en masa, especialmente dentro y cerca los centros urbanos y otras zonas habitadas donde deslizamientos a gran escala dejaron zonas inestables sujetas a nuevos movimientos en masa.
- Deslizamientos superficiales, similares pero mucho más numerosos que los deslizamientos grandes y profundos.
- Almacenamiento de sedimentos en los sistemas de cauces.
- ¿Dónde está el cauce del río? Nadie sabe dónde se localizará el nuevo cauce del río. Esto complica la localización y construcción de los puentes, la reconstrucción de zonas urbanas afectadas, el restablecimiento de la agricultura, el desarrollo de acueductos para suministro de agua, y numerosas actividades mas.
- Inundación de sedimentos. Áreas significativas de las tierras agrícolas en zonas bajas quedaron sepultadas bajo capas de un metro o más de arena y sedimentos gruesos cuyo potencial productivo es extremadamente bajo.
- No todos los riesgos a futuro pueden ser evitados en las nuevas construcciones. Las carreteras seguirán a través de las montañas, en zonas inestables y proclives a deslizamientos. Algunas viviendas serán construidas en áreas no aptas porque el dueño no tiene otras opciones.
- Zonas peligrosas e invasiones. Se están implementando nuevas

restricciones y ordenanzas de zonificación como parte de la planificación del uso de la tierra.

¿ En dónde encaja la tecnología del pasto Vetiver ?

Si el reto es promover el desarrollo en el nuevo contexto dejado después de Mitch, mientras se asegura que los cientos de millones de dólares de transferencias de ayuda oficial que ingresan a la región son usadas con las mayores ventajas, entonces ciertamente la tecnología del pasto vetiver tiene un papel que jugar. Este hecho se subraya ya que la tecnología del pasto vetiver (TPV) ha sido identificada como una tecnología clave para la construcción post-Mitch por el Banco Mundial, el Cuerpo de Ingenieros de la Armada Norteamericana, el Banco Interamericano de desarrollo, la Agencia para el desarrollo Internacional de los Estados Unidos, CARE International, Industria Chiquita, la Compañía ferrocarrilera Tela entre otros. Finalmente, Mitch creó un interés por parte de los ministerios de transporte de Costa Rica, Nicaragua y Honduras en la tecnología del pasto Vetiver. En El Salvador, el trabajo desarrollado por NOBS antierosión, ha asegurado que el ministerio de transporte e infraestructura de su país conociese la tecnología y la viese aplicada. Adicionalmente, para promover la TPV en la construcción post-Mitch, el Banco Mundial asignó una "ayuda sobre manejo de conocimiento" de la TPV a la Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA) y a la Red Latinoamericana del Vetiver (RLAV). El propósito de esta ayuda fue la de educar a actores clave y personas que toman decisiones en la construcción post-Mitch (gobierno, donantes y sector privado) sobre las

potencialidades, los beneficios y los medios al incorporar la TPV como su bajo costo, y su probada efectividad en aplicaciones en bioingeniería y estabilización de cuencas.

¿ Para qué puede ser buena la TPV ?

¿ Cuáles son los usos y los límites de la TPV ? Algunos aspectos notables se discuten a continuación:

- *Estabilización de laderas y de suelos:* Sabemos de los trabajos de Diti Hengchaovanich y otros, que el sistema de raíces del vetiver es excelente para estabilizar suelos. Las fuerzas de tensión de sus raíces son altas (1/6 de la tensión del acero blando) y su sistema de raíces masivo incrementa grandemente la resistencia al corte del suelo. Sus raíces penetran profundamente, incluso a través de capas restrictivas. Su peso liviano y bajo perfil a los vientos, evita problemas asociados con stress de cargas mayores en el talud. En términos de límites, mientras las raíces pueden penetrar de 3 a 5 metros, de hecho el mayor porcentaje de la masa de raíces se desarrolla en el primer metro y algo más. Como resultado, si las superficies de corte o zonas de falla están por debajo de la profundidad "efectiva" del sistema de raíces, la TPV no será efectiva en la estabilización del suelo o de la ladera. Si tu vas a arriesgar tu vida o invertir en la habilidad del TPV para estabilizar una ladera, es probable que sea mejor el no apostar si las fallas potenciales van a ocurrir por debajo del metro de profundidad.

- *Atrapar sedimentos:* Mucho trabajo se ha realizado en este aspecto, incluyendo estudios recientes en Honduras que mostraron que en los sitios donde se practica tradicionalmente la tumba y quema promedian 92 Mg/ha/año de pérdidas de suelo en comparación con 43 Mg/ha/año con residuos en superficie y plantas de cobertura, en comparación con 0,9 Mg/ha/año con vetiver y residuos en superficie. Sabemos que es eficiente. Sabemos menos de cuán rápido se recupera el vetiver por la inundación de sedimentos. En Lousiana, al sur de Estados Unidos, por ejemplo, barreras de vetiver fueron capaces

de atrapar más d 50 cm de sedimentos arenosos en menos de un año, y continuar creciendo a través de ellos manteniendo una barrera razonablemente densa. Pero, nosotros también sabemos (comunicación personal J. Hellín) que en Honduras " *los deslizamientos destruyeron un número de parcelas control y parcelas con pasto vetiver (las barreras fueron removidas súbitamente). Sin embargo, los deslizamientos profundos se produjeron solo en las laderas más inclinadas (65-75%). En las pendientes menores (35-45%) los daños fueron causados por escombros originados de las zonas de mayor pendiente, arriba y fuera de los sitios de investigación. En el caso se los daños en las pendientes más suaves, se perdió mucho maíz, pero las plantas de vetiver, aunque cubiertas por varios centímetros de sedimentos, sobrevivieron*". Sobre este aspecto en particular, no tenemos reglas generales útiles, y cualquier regla variaría basado en las tasas de crecimiento de la planta (una función del clima, fertilidad del substrato, radiación disponible, competencia por malezas, etc..). Para estar seguros, bajo condiciones donde se puede calificar el crecimiento de vetiver como "bueno", probablemente usted no confiaría en las barreras para atrapar en promedio, más de 40 a 60 cm de sedimentos al año o de que estas no se recuperarían si quedasen sepultadas unos pocos centímetros (¿10? ¿20? ¿30?). En caso de eventos extremos (deslizamientos superficiales) el papel esperado de las barreras no sería el de atrapar sedimentos *per se*, sino más bien el de estabilizar la ladera y reducir la ocurrencia de deslizamientos superficiales y de reventones hidrostáticos.

- *Reducción de la velocidad del escurrimiento:* Estudios en canales hidráulicos en USA y estudios en canales y en el campo en Australia han mostrado que las barreras de vetiver son muy eficientes en reducir la carga hidráulica total (profundidad y velocidad) del flujo del agua. La efectividad de las barreras en

realizar este trabajo aumenta con el grosor de la barrera (madurez). Muy poca información existe para decirnos el efecto del vetiver sobre la carga total en diferentes condiciones de pendiente y de flujo, especialmente con flujos turbulentos. Sin embargo, parece que barreras maduras pueden ser muy efectivas en reducir la velocidad de flujos menores de 20 cm de profundidad, moderadamente efectivas con flujos entre 35 y 40 cm, y tienen cierto impacto en flujos entre 60 y 80 cm. Los puntos importantes de esto son, si los objetivos son reducir el escurrimiento, que: (i) se requiere que una barrera densa se haya establecido para que sea efectiva (ii) que las escorrentías de diseño están en el orden de 5 a 20 años de período de retorno, en comparación con Mitch que representa un evento de 100 a 500 años, y donde los flujos son turbulentos, quizás se espera efectividad hasta una altura de 20 cm; y donde los flujos son laminares hasta una altura de 40 cm (iii), dada la incertidumbre para este momento, sería mejor restringir esta aplicación a áreas no críticas, es decir, donde una falla no tenga consecuencias fatales.

- *Desviación del escurrimiento:* No parece haber mucha información sobre este aspecto, pero podemos esperar que la efectividad del vetiver para desviar flujos será similar al impacto esperado y las limitaciones que tendría en reducir las velocidades de flujo.

- *Promover infiltración:* Las barreras de vetiver en contorno promueven la infiltración y reducen la escorrentía. Esta es una característica muy útil en situaciones agronómicas, pero potencialmente una espada de doble filo en lo que se refiere a la estabilización de taludes. En este último caso, el objetivo es generalmente reducir la cantidad de agua en el suelo. Al mirar este aspecto en particular, Diti Hengchaovanich concluye que es necesaria más investigación. Sin embargo, sus resultados preliminares se dirigen en anticipar que el vetiver estaría en capacidad de disminuir el contenido de humedad en el suelo, y por lo tanto

disminuir la presión de agua en los poros, un aspecto positivo en la estabilización de los taludes. Aunque se incrementa la infiltración, el agua que penetra puede ser extraída mediante el uso consuntivo de la planta. El basa sus conclusiones preliminares sobre el hecho de que en ingeniería civil: (i) los taludes son generalmente de 30-60° (ii) la distancia entre las barreras de vetiver debe ser muy pequeña; y (iii) la extracción de la humedad por las barreras en dichos taludes debe ser mayor. En términos de esperar que la TPV incrementa la infiltración y reduzca la escorrentía a una escala que reduzca inundaciones aguas abajo, esta no sería una expectativa razonable salvo en microcuencas de tamaño reducido (1-2 ha).

- **Protección de estructuras duras/interfaz con el suelo:** La experiencia ha mostrado que las barreras de vetiver son excelentes para proteger la interfaz entre el suelo y las obras de infraestructura. Estas son frecuentemente áreas de alta vulnerabilidad. Es aquí donde generalmente se concentran las escorrentías socavando el suelo adyacente. A menudo, esta es la causa de la falla de muchas de estas estructuras (gaviones a lo largo de cauces, bases y protecciones de puentes, cunetas y alcantarillas en carreteras, etc.). Estos son problemas reales para los cuales hay muy pocas alternativas de solución, por lo que siempre es beneficioso el intentar establecer una barrera madura.

- **Delimitación de áreas:** El vetiver es una planta permanente, y una vez establecido, es resistente a muchas cosas como largos períodos de inundación, a excepción de los herbicidas, sombra, competencia severa de malezas, inundación severa por sedimentos y ser excavado de la tierra. Es una planta ideal para demarcar áreas; y no necesita ser establecida como barrera para este propósito.

¿ Para qué puede no ser bueno el vetiver ?

Dentro de los usos y límites descritos previamente, para que no podría ser

tan bueno el vetiver. Tres aspectos particulares ameritan atención:

- Usted no puede en absoluto salvar o proteger un mal diseño con vetiver. Esto es básico. Si el sitio no es apto, si la carretera está diseñada pobremente, si los taludes de relleno no fueron compactados según las especificaciones de diseño, etc. la situación no será rescatada por la TPV. Incluso, las cosas podrían empeorar dando una falsa sensación de seguridad.

- Usted no puede garantizar un trabajo mal hecho. La TPV tiene que ser aplicada correctamente o no va a trabajar. Pero si hay incertidumbre de lo que significa "correcto", no dude en buscar la asistencia de las redes sobre vetiver para obtener más detalles.

- Usted no puede esperar que al aplicar la TPV va a ampliarse el rango de factibilidad en el cual una actividad puede ser llevada a cabo. El propósito de incorporar la TPV en algunas actividades no es el de incorporar áreas de mayor riesgo o vulnerabilidad para ser usadas en carreteras, viviendas, edificaciones etc., sino más bien para proteger y asegurar proyectos de infraestructura buenos y apropiadamente localizados.

PreMitch. ¿ Dónde podría la TPV haber reducido los daños ?

Hay cuatro objetivos principales que de haber sido perseguidos más efectivamente antes de la ocurrencia del huracán, podrían haber reducido o evitado la tragedia humana y las pérdidas económicas. ¿ Qué papel podría jugar la TPV para que futuros eventos sean menos desastrosos ?

Minimizar la invasión de áreas vulnerables: Bajo las condiciones de Centro América, es claro que estas áreas continuarán siendo invadidas por un tiempo significativo en el futuro próximo. Los impactos principales (pérdida de vidas humanas y pérdidas económicas) ocurren en áreas urbanas y periurbanas. El desestimular la construcción en áreas vulnerables mediante la opción de zonificación

no parece ser muy efectiva, como tampoco la ejecución de leyes y decretos o el estar asegurado (lo cual no aplica para la mayoría de los individuos o empresas). De hecho, muchas de las áreas fuertemente golpeadas por Mitch se identificaron como "vulnerables" y de "alto riesgo" en planes de ordenación territorial y decretos de zonificación una o más veces desde los años 50. Tales áreas requieren ser utilizadas bajo una forma de actividad económica o social útil, que en el caso de ser afectada por inundaciones o deslizamientos, no cause pérdidas económicas inaceptables o sufrimientos humanos.

En áreas urbanas, las zonas de riesgo pueden ser convertidas por la ciudad o revertidas a asociaciones de vecinos como áreas de recreación, parques, campos deportivos, jardines comunitarios, etc. La utilidad de la TPV en éstas áreas sería la de proteger a las mismas de riesgos "normales" y mantener su vida útil entre los eventos más extremos mediante: la estabilización de bancos de río y drenajes naturales, protección de carreteras y senderos para caminatas, desviando escorrentías desde las partes superiores, estabilización de laderas y taludes de relleno, etc. Adicionalmente, el concepto de "cercado social" actúa como impedimento en la mayoría de las sociedades centroamericanas, por ejemplo, si alguien puede demarcar la tierra (y mantener la demarcación), estableciendo así un usufructo, esto se convierte en un impedimento suave a moderado a las invasiones. Las barreras de vetiver hacen de excelentes demarcadores de linderos y son mucho menos costosas para colocarlas y mantenerlas que una cerca verdadera. El mantenimiento regular como un par de podas al año servirá para demostrar un interés y voluntad continuos.

Cuadro 1. Algunas aplicaciones posibles de la TPV en reducir daños en el futuro.

	Estabilización de suelos y taludes	Trampa de sedimentos	Reducir la velocidad del escurrimiento	Desviar flujos de escorrentía	Mejorar la infiltración	Proteger la interfaz suelo/estructura	Demarcación de áreas
Minimizar las invasiones en áreas vulnerables	o		o	o		o	o
Apropiado diseño y construcción de la red de transporte	x	x	x	x		x	
Protección adecuada y mantenimiento de carreteras y puntos de acceso clave	x / o	o	o	o		x	
Adecuada protección de sistemas de producción y viviendas	X	x	x	x	o	x	

x: puede tener un papel significativo / primario

o: puede tener un papel secundario / terciario o un papel muy localizado

Diseño y construcción de la red de transporte conveniente, y una adecuada protección y deseable mantenimiento de carreteras y puntos de acceso claves: Estos dos puntos son substancialmente los mismos, siendo la diferencia principal la de intensidad e importancia. En general, un diseño y construcción apropiados, requieren que se tome en cuenta la estabilización de las zonas adyacentes a las carreteras tales como taludes de relleno y de corte, drenajes, etc.. Sin ir a los detalles, nosotros sabemos que el vetiver trabaja bien y es de bajo costo. Las experiencias en El Salvador muestran esto. Más de trescientos km de barreras de vetiver se establecieron antes de que Mitch golpeará para proteger carreteras y otras infraestructuras de alto valor. La única falla se encontró en una localidad en que el contratista no había compactado el talud de relleno según las especificaciones de diseño. Así como también lo demuestra la experiencia en Puerto Rico con el huracán George, donde se reportó que el señor Eduardo Mas, del Servicio de Conservación de Recursos resaltó: **“Las tormentas fueron terribles, Deslizamientos, carreteras destruidas, tierras de cultivo removidas; pero donde había**

barreras de vetiver, todo parecía normal”.

El mantenimiento de carreteras es siempre un problema ya que usualmente hay muy poco o ningún presupuesto para esa actividad. En esas circunstancias, el vetiver es una buena alternativa. Como explicó el Dr. William Ibarra, Jefe de División en el Ministerio de Obras Públicas de El Salvador a los asistentes del taller de Bioingeniería patrocinado por el Banco Mundial: *“Nosotros nunca tenemos presupuesto para el mantenimiento de carreteras”.* Por lo tanto su estrategia es *“perder los dedos, no la mano”* realizando medidas preventivas durante la fase de construcción que le van a dar en el largo plazo, poco trabajo de mantenimiento en áreas críticas. El incluye vetiver como una de las herramientas en ese enfoque.

En términos de asegurar una protección adecuada a carreteras vitales y puntos de acceso críticos, esto involucra la expectativa de que ocurran desastres y el identificar y tomar medidas progresivas para proteger vías y puntos de acceso claves. Dicho en forma simple, estos serán los puntos dónde será puesta la mayor intensidad y atención de dónde pudiera la TPV ser aplicada para la protección y estabilización. Sin embargo, dada la criticidad de

estos puntos, la TPV debe ser parte de un paquete de medidas que incluirán enfoques duros y blandos.

Protección adecuada de sistemas de producción y viviendas: Siendo que las principales pérdidas económicas ocurrieron en la agricultura de los valles como resultado directo de las inundaciones generalizadas, es poco lo que podría esperarse de la TPV para disminuir los impactos. En las zonas altas, donde miles de hectáreas de plantaciones de café se perdieron por deslizamientos, la TPV podría haber reducido a una porción menor las pérdidas. Muchos de los deslizamientos fueron profundos, muchas hectáreas fueron cortadas y se movilaron a los valles o las plantaciones fueron removidas por movimientos rápidos de escombros y coladas de barro.

Los pequeños agricultores de subsistencia habrían sido los mayores beneficiarios de la TPV. Inventarios de daños denotaron que virtualmente, todas los lotes de terreno que usaron prácticas de conservación de suelos y aguas(especialmente, barreras de vetiver, muros de piedra, terrazas, plantas de cobertura y manejo de residuos, o un sistema agroforestal nativo) sobrevivieron a Mitch con pocos daños, mientras que granjas

vecinas que usaban prácticas convencionales sufrieron deslizamientos devastadores que destruyeron viviendas y degradaron los terrenos.

Simeón Gómez, un agricultor de ladera en Los Espabeles, Honduras, quien fue testigo del huracán Mitch lo dice mejor: **“En mi parcela con barreras de vetiver en contorno, la ladera permaneció perfectamente en su lugar. Los campos sin barreras de pasto sufrieron la remoción de los cultivos y de los suelos”**

Las barreras de vetiver podrían también haber sido útiles en proteger los sitios de localización de viviendas en zonas de laderas o cercanos a pequeños drenajes, especialmente del socavamiento de las paredes por la escorrentía, y quizás, desviando flujos de escurrimiento de las viviendas y reduciendo los daños por sedimentación en el interior de las mismas.

Post Mitch: ¿ Dónde debe ser aplicada en consecuencia la TPV ?

Con la incorporación de la TPV en esfuerzos de desarrollo, se podría esperar razonablemente que ésta asistiría en el manejo de la situación dejada por el huracán Mitch en muchas de las cuencas severamente afectadas. Al mismo tiempo, se

estarían reduciendo la vulnerabilidad y los riesgos a futuro. La aplicación de la TPV podría utilizarse en las siguientes situaciones:

Movimientos en masa: Muchos de los deslizamientos fueron profundos y sus inestabilidades actuales se derivan de zonas por debajo de las profundidades en las cuales el sistema de raíces del vetiver podría interferir en la estabilización, o de grandes masas de material que todavía se mueve por efecto de la gravedad, o de materiales inestables cuyas clases texturales (grandes rocas y piedras) no son aptas para la TPV. Por otra parte, la TPV puede jugar un papel importante y de bajo costo, en reducir los riesgos que podrían provocar estas inestabilidades. Entre las aplicaciones particulares de la TPV en esta situación están: (i) reducción de la erosión y el socavamiento de los pie de laderas, que generan deslizamientos de las partes superiores, establecer barreras de vetiver en la base de laderas de sedimentos o escombros, especialmente donde hacen contacto con el cauce de ríos; (ii) deteniendo y desviando flujos de escorrentía de áreas superiores, que incrementarían los contenidos de humedad en los suelos e incrementarían los riesgos de deslizamientos que serían provocados debido al incremento de

la presión en los poros, estableciendo barreras de vetiver en diagonal en un patrón de espina de pescado en las partes altas de la ladera; (iii) estabilizando los sedimentos superficiales no consolidados e inestables; y (iv) estabilizando la superficie de los suelos de las áreas expuestas recientemente así como en las laderas de escombros y sedimentos de manera que ocurra una revegetación (natural o inducida).

Deslizamientos superficiales: La TPV puede jugar un amplio papel en lograr la completa estabilización de deslizamientos superficiales en: (i) detener deslizamientos posteriores y cortes mediante la estabilización de las cabeceras y laterales de zonas de deslizamientos; (ii) estabilizando materiales no consolidados y laderas de escombros inestables; (iii) estabilizando el suelo superficial de las áreas recientemente incorporadas así como las laderas con escombros y sedimentos de manera que la revegetación pueda ocurrir (natural o inducida); y (iv) eliminando y desviando el escurrimiento de áreas superiores para evitar desprendimientos y cortes adicionales así como la saturación de los suelos.

Cuadro 2. Algunas aplicaciones posibles de la TPV para reducir la vulnerabilidad

	Estabilización de suelos y taludes	Trampa de sedimentos	Reducir la velocidad del escurrimiento	Desviar flujos de escorrentía	Mejorar la infiltración	Proteger la interfaz suelo/estructura	Demarcación de áreas
Movimientos en masa	o/x	o	x	x	o		
Deslizamientos superficiales	x	x	x	x	o		
Almacenamiento de sedimentos en los cauces	o	o					
¿Dónde esta el cauce?				o		x	
Inundación por sedimentos	x	x	x				
No todos los riesgos futuros son evitables en nuevas construcciones	o/x	o/x	o/x	o/x		x	
Zonas peligrosas e invasiones	o		o	o		o	o

x: puede tener un papel significativo / primario

o: puede tener un papel secundario / terciario o un papel muy localizado

Almacenamiento de sedimentos en los cauces: El inmenso volumen de sedimentos involucrados es tal que la TPV podría solo jugar un papel muy localizado en cosas como: (i) atrapar sedimentos para reducir la colmatación de sistemas de canales en tierras bajas de regadío y drenaje (por ejemplo, en plantaciones de bananeras); (ii) estabilizar y atrapar sedimentos depositados en drenajes efímeros y cauces de primer orden, y (iii) estabilizar sedimentos en zonas adyacentes a cauces para el saneamiento de tierras agrícolas.

“¿Dónde está el cauce del río?” La TPV puede jugar un papel modesto en intentar influenciar dónde se ubicará el futuro cauce que eventualmente se desarrollará. El encauzamiento de ríos con gabiones y revestimientos de concreto es extremadamente costoso y a menudo un desperdicio de dinero. Barreras de vetiver para desviar el escurrimiento en sitios claves sería de un costo mucho menor y en sistemas hidrológicos pequeños (de primer y segundo orden) podría ser al menos tan efectivo como estructuras pesadas en orientar dónde se podría desarrollar el cauce. Donde se requiere de estructuras pesadas, será recomendable protegerlas del socavamiento mediante el establecimiento de barreras de vetiver a lo largo de todos los puntos de contacto entre la estructura y el suelo.

Inundación por sedimentos: En estas áreas el reto es estabilizar la superficie del suelo de manera que estos sitios puedan ser habilitados para uso agrícola (por ejemplo: con una siembra de alta densidad de leguminosas y otras plantas de cobertura como los pastos) o su revegetación. La TPV es un sistema ideal para estos fines.

No todos los riesgos futuros son evitables en nuevas construcciones: Los puentes deben cruzar los ríos, las carreteras atraviesan montañas, y algunas viviendas serán construidas en zonas inapropiadas.

En estas situaciones, la TPV no debe ser percibida como un medio que permita llevar a cabo estas actividades en nuevas áreas, incluso aquellas de mayor riesgo y vulnerabilidad. El rol más apropiado de la TPV en estos casos será extender la vida útil y el margen de seguridad donde los riesgos son inevitables.

Zonas peligrosas e invasiones: Ver: *Minimizar la invasión de áreas vulnerables.*

Post-Mitch: ¿ Dónde se está aplicando la TPV ?

Claramente, los impactos del huracán Mitch han levantado un gran interés en la TPV. Como se mencionó previamente, varios donantes bilaterales y multilaterales, ONGs, compañías privadas y agencias gubernamentales están recomendando y promoviendo su uso en sus obras de construcción Post-Mitch en Centroamérica. Entre estas:

- El Banco Mundial. En sus proyectos forestales y agrícolas en marcha, en sus nuevas inversiones para construcción y rehabilitación de carreteras, estabilización de bancos de río, rehabilitación de trabajos hidráulicos y sistemas de riego y en proyectos en preparación para la estabilización de cuencas.
- Banco Interamericano de desarrollo. En sus proyectos en marcha para la protección de cuencas donde hay represas hidroeléctricas y en sus nuevos programas de inversión para la construcción y rehabilitación de carreteras.
- El Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos. En la estabilización de deslizamientos, cárcavas y bancos de río.
- La Agencia internacional para el desarrollo de Estados Unidos. En la estabilización de cuencas y agricultura de ladera.
- CARE International. En la protección y estabilización de carreteras rurales y agricultura de laderas.

- Chiquita Brands y la Compañía de Ferrocarriles Tela. En la construcción y rehabilitación de canales de drenaje en plantaciones de banana.
- Ministerios del transporte en Costa Rica, Honduras, Nicaragua y El Salvador. En la construcción y rehabilitación de carreteras.
- Autoridad Nacional de Territorios Revertidos de Panamá. En la cuenca del canal de Panamá en carreteras, agricultura y actividades forestales.

¿ Resultarán estos comentarios y recomendaciones en acciones concretas sobre el terreno ? ¿ Se aplicará como herramienta clave la TPV en el trabajo de construcción Post- Mitch ? Hay que esperar para saberlo. En este momento simplemente no hay suficiente material en la región para satisfacer la demanda potencial. La región tiene que ver un tremendo esfuerzo de propagación de material en los próximos dos años si las expectativas han de llevarse a cabo. En este momento ha pasado un año y solo CARE y Chiquita Brands han realizado inversiones significativas en la propagación de vetiver.

Conclusión.

La TPV puede jugar un papel clave en la mitigación de desastres y la reducción de la vulnerabilidad. Sin embargo, no debemos esperar mucho más cuando definimos su potencial impacto. El propósito y el rol de la TPV en la mitigación de desastres y reducción de la vulnerabilidad es la de proteger y conservar, no la naturaleza, sino nuestras intervenciones dentro de esta y nuestros intentos de manejar la naturaleza para nuestros propios fines. Los eventos extremos como el del huracán Mitch generan condiciones que sobrepasan nuestros trabajos y nuestros sistemas fabricados. De tal manera, que la TPV no es ni debe ser un sustituto para una localización apropiada de las infraestructuras, el evitar las invasiones de las planicies de inundación y otras áreas vulnerables, para detener la degradación de suelos y cuencas, en

resumen, para un buen manejo general de los recursos y gestión de las tierras, del sentido común, y de diseños y ejecuciones de calidad. Habiendo dicho esto, la TPV puede ser integrada en nuestros sistemas de manera de hacer estos "más resistentes" a desastres y "mas efectivos" para sobrevivir a estos. Esta tecnología puede ampliar la vida útil entre eventos extremos e incrementar sus márgenes de seguridad. El éxito de la TPV en la protección de carreteras e infraestructuras en El Salvador y en salvar tierras de agricultores en Honduras durante el huracán Mitch, probó que esto es cierto. Y, nosotros sabemos que la TPV puede hacer esto a un costo muy reducido que permitirá una aplicación generalizada de la misma.

Finalmente, muy a menudo nos olvidamos, hasta que ocurre un desastre que nos lo recuerda, que no

es suficiente que construyamos y diseñemos para las condiciones promedio. Los ingenieros recuerdan esto instintivamente. Los profesionales de manejo de recursos a menudo no lo hacen, especialmente aquellos que trabajan con los pobres del campo. Nosotros aceptamos sistemas de manejo de suelos y cultivos y carreteras desprotegidas porque nosotros comprendemos la lógica y los horizontes de planificación de agricultores y comunidades pobres. Pero, ¿ qué ocurre cuando el evento de 5 años de retorno afecta las piñas, la caña de azúcar y las barreras ? ¿ y el evento de 10 años la barrera de árboles ? y el evento de 25 años que obstruye la carretera de acceso hasta por un año. Como en el caso de Mitch, un evento aún más extremo forzó a decenas de miles de hogares rurales a salir de su tierra hacia zonas urbanas dónde la economía no puede absorberlos.

Ciertamente, estamos seguros de que en los próximos años en Centroamérica, los gestores de recursos naturales, los ingenieros civiles, y los profesionales del desarrollo rural y urbano estarán reevaluando lo que se considera una "buena práctica" y comparando esta definición en relación a lo que ellos vieron con sus propios ojos cuando Mitch golpeó. Si podemos obtener suficiente material de siembra y distribuirlo, y contamos con buenos técnicos debidamente entrenados, puede ser que la próxima vez las historias acerca del éxito de la TPV serán muy numerosas para ser contadas.

El artículo completo, incluyendo las referencias bibliográficas, puede ser solicitado y se lo enviaremos muy gustosamente vía correo electrónico (Prof. Oscar Silva: silvao@agr.ucv.ve)

La Red Colombiana del Vetiver (RCV) presente en el Simposio Latinoamericano de Control de Erosión.

En la ciudad colombiana de Bucaramanga, ubicada a unos 500 kilómetros al oriente de Bogotá y en una de las zonas de mayores índices de erosión del país, se celebró entre el 18 y el 22 de Marzo de 2002 este importante evento que albergó unas 500 personas y las cuales escucharon 83 ponencias sobre temas afines a este crucial problema ecológico.

Conferencistas de América Latina, España, USA y Republica Checa expusieron a los asistentes temas como Bioingeniería, resolución de problemas erosivos, productos biológicos y mecánicos contra la erosión así como otros de igual interés.

La Red Colombiana del Vetiver (RCV) tuvo una activa participación en el evento a través de su Coordinador Nacional Ing. Agrónomo Octavio Torres Jiménez quien dicto una charla denominada **Vetiveria zizanioides Alternativa**

bioingenieril para el Control de Erosión y la Estabilidad de Taludes, la cual contó con gran asistencia y resolvió muchas inquietudes de los asistentes. Allí el Ing. Torres mostró las cualidades agronómicas y bioingenieriles del Vetiver, sus amplias posibilidades de uso y sus ventajas contra otro tipo de alternativas. Se afianzó el Ing . Torres en la copiosa información recibida de TVN y LAVN así como de otras redes regionales especialmente de PRVN, SAVN y de experiencias específicas de otros países obtenidas a través de la Web. Igualmente el Ing. Geógrafo Luis Eduardo Saavedra gran colaborador de la RCV y entusiasta promotor del Vetiver en la zona andina de carreteras dictó la conferencia **Experiencias con Vetiver en Carreteras Colombianas** donde mostró el éxito obtenido en el sur del país usando Vetiver en zonas de taludes de reconocida inestabilidad, experiencias estas que surgieron como consecuencia de la exposición que en 1999 realizó el Ing. Torres a constructores, ingenieros y contratistas en las instalaciones del Instituto Nacional de Vías.

Se aprovechó el evento para dar a conocer a los asistentes mucho mas sobre el Vetiver mediante obsequio del Libro Verde, CD-ROM y Videos. Mucha inquietud quedó entre los asistentes acerca de esta tecnología aún poco conocida en el país bien por razones de resistencia al cambio, poca conciencia ambiental y por los graves problemas de inseguridad que vive el país y que limitan un mayor avance de su uso.

Los gastos generales de la asistencia al evento fueron sufragados con fondos TVN Proyecto DANIDA a quienes RCV aprovecha para agradecer tal gesto.

A fines de Mayo 2002 RCV estará presente en un evento similar en la ciudad de Cartagena al norte de Colombia denominado CONCARIBE 2002 en donde se trataran temas que solucionen problemas ambientales propios del área del Caribe.

Información adicional sobre estos eventos podrá obtenerse a través de la RCV (ambyagro@latinmail.com).

Venezuela:

Jóvenes investigadores estudian la tolerancia del Vetiver al Níquel

Con la finalidad de utilizarlo como medida de estabilización y control de la erosión en una mina.

El año pasado, en el período 2000-2001, los hoy bachilleres en Ciencias, Gervasio Briceño, Francisco Correa, Luis Rodríguez y Yudith Rodríguez, del Colegio San José de Maracay, Venezuela Estado Aragua, asesorados por el Dr. Oscar Rodríguez, llevaron a cabo con mucho entusiasmo un proyecto de investigación, en el que se estudió la tolerancia de la planta vetiver en sustratos contaminados por níquel.

Estudiaron el potencial de la planta vetiver para lograr una estabilización de los materiales sueltos (escombreras) y reducción de la contaminación generada por residuos de níquel provenientes de las actividades mineras que afectan los suelos y no permiten el crecimiento adecuado de vegetación en estas áreas.

Se propusieron estudiar la planta vetiver (*Vetiveria zizanioides*) y compararla con el gamelote o guinea (*Panicum maximum*) como medidas biológicas para estabilizar materiales sueltos y reducir contaminación generada por residuos de níquel. Realizaron un experimento con 12 tratamientos y 3 repeticiones dispuestas en tres bloques al azar, para lo cual se cultivaron individualmente las plantas en bolsas de polietileno en sustratos con diferentes concentraciones de níquel. Las diversas concentraciones fueron obtenidas mediante mezclas de sustratos de la capa superior (laterita) y la capa inferior (sapolita) expuestos en la mina Mineras Lomas de Níquel, ubicada entre los estados Aragua y Miranda, en la Región Centro-Norte de Venezuela. Los tratamientos T1 a T5 correspondieron a plantas de vetiver sembradas en mezclas de sustratos con diferentes concentraciones de níquel. La planta control de vetiver T6 fue sembrada en suelo fértil no contaminado. De T7 a T11 sembraron gamelote o guinea a

diferentes concentraciones de níquel. La planta control de gamelote o guinea T12 fue sembrada en suelo fértil no contaminado. Las proporciones de las mezclas y las concentraciones de Ni derivadas de estas pueden observarse en el cuadro 1. Realizaron observaciones periódicas para hacer un seguimiento del desarrollo de las plantas. Análisis de laboratorio determinaron la baja fertilidad de los sustratos provenientes de la mina. A los 124 días se cosecharon las plantas para obtener los datos del peso de la parte aérea y la raíz. Se realizaron análisis de laboratorio para determinar el contenido de níquel en los tejidos de la planta.

Según las observaciones periódicas al inicio del experimento, encontraron coloraciones anormales en las plantas que representaban síntomas de deficiencia de nutrientes en los sustratos. En el análisis de laboratorio, se confirmó un bajo nivel de materia orgánica, muy bajos niveles de fósforo, potasio, así como un desbalance en la relación calcio-magnesio, afectando el desarrollo de las plantas. Esto se corrigió mediante un reabono a los 70 días. Ello influyó de forma determinante al inicio del experimento, ya que se presentaron síntomas no asociados a la concentración del níquel. Debido a este reabono, se notó una aceleración en el crecimiento de las plantas y posiblemente en activar sus mecanismos de tolerancia al níquel.

Entre los resultados obtenidos, los estudiantes resaltaron que el níquel no afectó visiblemente las plantas, en lo que respecta al desarrollo del follaje, ya que los sustratos utilizados no alcanzaron los umbrales críticos de toxicidad. Aunque se presentan hasta 7268 mg kg⁻¹ de níquel total en el sustrato con mayor concentración del metal (sapolita), no todo es disponible para la planta. Según

análisis de laboratorio, la concentración de níquel disponible no fue mayor a 265 mg kg⁻¹ en dicho sustrato.

La comparación entre las mediciones de peso seco y peso fresco les permitió afirmar que el gamelote es más suculento, es decir almacena mayor cantidad de agua en sus tejidos.

El gamelote y el vetiver fueron tolerantes aunque en diferentes medidas a las diferentes concentraciones de níquel. Las figuras 1 y 2 representan el peso seco de las raíces. Esta variable fue determinante para entender los resultados, pues se observaron diferencias en el desarrollo de las raíces a diferentes concentraciones del metal, aspecto que no se reflejó en el crecimiento de la parte aérea de las plantas. El vetiver desarrolló más biomasa en las raíces a una concentración mayor de níquel, lo que sugiere que esta planta posee una tolerancia mayor al compararla con el gamelote.

En forma similar a la conclusión anterior, se observó a partir de la relación brote/raíz (Ver cuadro 1, última fila) como el gamelote activa sus mecanismos de resistencia hacia el níquel. Se presume que lo hace en concentraciones menores del metal, mientras que el vetiver empieza a hacerlo a una concentración mayor. Esto indica que el vetiver pareciera tolerar un poco más que el gamelote.

Se comprobó la ventaja que presenta el vetiver en relación con el gamelote ya que al contar con mayor número de hijos/macolla (alta densidad de tallos y hojas en la macolla) y por su gran cantidad de biomasa en las raíces, es la planta ideal para crear una barrera viva que sirva como control de la erosión en los suelos con características adversas tales como los de la mina.

Los jóvenes investigadores hicieron las siguientes recomendaciones:

1) Al llevar a cabo proyectos de recuperación de la cobertura vegetal de la mina, se proceda a implantar un sistema de fertilización completo que compense el déficit nutricional en estos suelos.

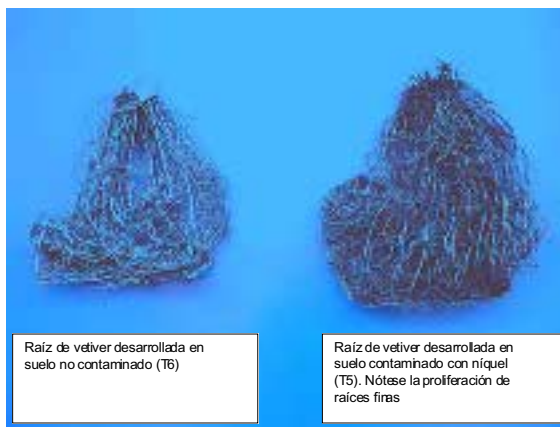
2) Como en la minería a cielo abierto, se realizan grandes movimientos de tierra los cuales producen fuertes procesos de erosión acarreado materiales contaminantes a zonas no contaminadas, y debido a que en el estado Aragua se encuentra una importante mina de níquel, proponen el vetiver como barrera viva para evitar este problema ya que por lo que se pudo observar en sus resultados, el vetiver sirve para la estabilización de taludes aún con las

condiciones adversas de los sustratos que conforman los materiales removidos y escombros en la mina.

3) Dada la capacidad del vetiver de tolerar niveles tóxicos de metales pesados y otros contaminantes sería deseable realizar otras investigaciones que como esta, en el caso del níquel, puedan demostrar

su utilidad en áreas contaminadas sujetas a procesos erosivos.

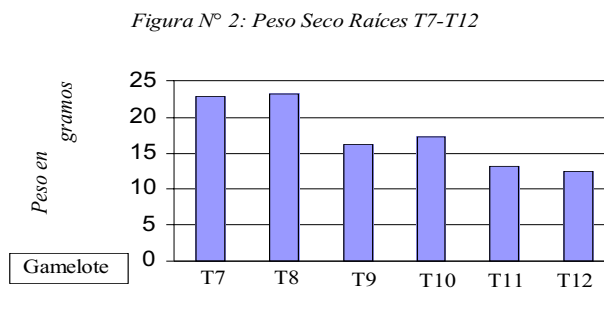
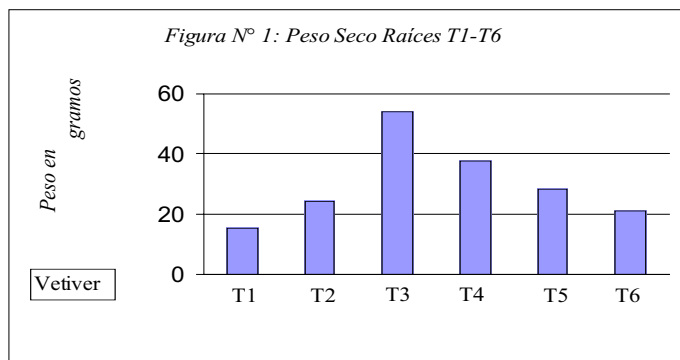
4) Finalmente, opinan que deben profundizarse los estudios sobre los mecanismos de tolerancia a metales pesados, y así como se hizo en su estudio, deben considerarse en otras investigaciones el desarrollo de las raíces y no solo de la parte aérea de la planta.



Cuadro 1. Resumen de los tratamientos aplicados y los resultados obtenidos*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Mezcla sustratos laterita/saprolita	1 / 0	0.75 / 0.25	0.50 / 0.50	0.25 / 0.75	0 / 1	Suelo fértil, control	1 / 0	0.75 / 0.25	0.50 / 0.50	0.25 / 0.75	0 / 1	Suelo fértil, control
Níquel total Mg/Kg	840	1975	3844	5609	7268	N/D	840	1975	3844	5609	7268	N/D
Níquel disponible	10.12	68	138	203	265	0.88	10.12	68	138	203	265	0.88
Níquel en la raíz Mg/Kg	651	ND	ND	ND	3835	70	1047	ND	ND	ND	5409	21
Níquel en parte aérea	24	ND	ND	ND	55	16	44	ND	ND	ND	81	14
Níquel hoja/Níquel raíz	0.037	ND	ND	ND	0.014	0.229	0.042	ND	ND	ND	0.015	0.666
Peso seco Raíz gr	15.44	24.35	54.13	37.7	28.59	21	23.02	23.4	16.20	17.31	13.28	12.45
Peso seco parte aérea gr	28.14	25.89	31.67	33.98	35.03	38.7	37.12	41.97	39.94	34.75	33.79	37.54
Peso seco total gr	43.58	50.23	85.80	71.68	63.63	59.70	60.14	65.37	56.14	52.07	47.07	49.99
Brotos/ Raíz	1.82	1.06	0.58	0.90	1.22	1.84	1.61	1.79	2.46	2	2.54	3.01

* Los resultados de laboratorio de análisis del contenido de níquel por tratamiento se corresponden a muestras de la repetición dos



La Tercera Conferencia Internacional sobre VETIVER (ICV-3): Vetiver y el Agua.

Guangzhou, China, del 6 al 9 de Octubre 2003 Bol.PRVN No. 20

El agua es la fuente de la vida. La humanidad está confrontando el serio problema de disponibilidad, calidad y deterioro del recurso agua. Aunque 71% aproximadamente de la superficie de la tierra está cubierta de agua, el agua dulce representa solo un 2.53 %, siendo que la mayoría de esta se encuentra en forma de hielo en el polo norte o sur. El agua dulce realmente disponible representa solo un 0.2% a nivel mundial. Como consecuencia, este recurso se está valorizando cada vez más en la medida que aumenta la población. En 80 países, el 40% de la población vive en áreas muy secas, y 1200 millones de la población mundial no tienen acceso al agua potable. China puede sufrir una sequía muy severa en los próximos diez años.

Por el contrario, excedentes de agua e inundaciones origina a menudo grandes destrucciones con pérdida de vidas humanas y de propiedades. In 1988, una fuerte inundación en China causó 4150 muertes y una pérdida económica directa de 255 billones de Yenes RMB (cerca de 31 billardos US\$). En la India hay unas 40 millones de hectáreas sujetas a inundaciones periódicas. Se estima que en los próximos 30 años, más del 60 % de la población del mundo tendrá que encarar algún tipo de problema relacionado con el agua.

I. Erosión del suelo, cantidad y calidad del agua.

La erosión hídrica y las inundaciones han destruido tierras agrícolas e infraestructuras causando la entrada de sedimentos en lagos y embalses, colmatación de cauces, desaparición de humedales o su desertificación. Por ejemplo, el lecho de los principales afluentes del río Yangtze, se incrementa en 1 metro cada diez años. La situación ha empeorado a partir de nuevos proyectos de construcción (autopistas, vías férreas, embalses, minas, etc..) en

países en desarrollo, como lo demuestra una investigación reciente en la provincia de Guandong, en China, que muestra como el 70% de la superficie total afectada por erosión hídrica y el 80% de las pérdidas de suelo son producto de las nuevas construcciones.

Con un alto crecimiento de la población y de actividades humanas relacionadas, la destrucción de los bosques y pastizales naturales conducen a una gran pérdida y deterioro del recurso agua. Se estima que una ha de bosque puede restaurar 300 m³ de agua, es decir que unas 3333 hectáreas de bosque pueden servir de reservorio a 1 millón de m³ de agua. La eliminación de la vegetación natural conduce a la pérdida de grandes cantidades de agua y suelos. Por ejemplo, Investigaciones previas en la planicie eólica de China contabilizan un área de 400000 km², cerca del 90% del área total, con una pérdida anual de 20 millardos de m³ de agua, y 1,6 millardos de toneladas de pérdidas de suelo que se movilizaron hacia el Río Amarillo

Como resultado de la escasez de agua y el desarrollo irracional, la desertificación se ha hecho seria, ya que esta afecta la producción de alimentos y deteriora el ambiente. Por ejemplo, las tierras sujetas a procesos de desertificación se han incrementado en China a un ritmo de 2460 km² cada año; las áreas afectadas por desertificación abarcan un 40% del área total del país. En estas zonas ocurren tormentas de arena frecuentemente, Las cuales han aumentado de una por siglo hasta el año 1000, a una gran tormenta cada dos años durante las décadas de los sesenta y los setenta. Entre 1993-1996 hubo una tormenta extrema de arena cada año. En el año 2000 ocurrieron varias tormentas fuertes que han influenciado la mayoría de los

lugares en China desde Beijing en el Norte hasta Shangai en el Sur enterrando villas, interrumpiendo el transporte y causando pérdidas de vidas

Luego del desarrollo industrial, muchas sustancias han contaminado las aguas dulces. Un vertido de aguas contaminadas de 354 millones de m³ son descargados cada año en China (en 1990) . La excesiva aplicación de fertilizantes que causa la eutrofización en cuerpos de agua, promovida por altas concentraciones de N, P y una alta demanda biológica de oxígeno (DBO) en el agua y suelos adyacentes, a causa del crecimiento excesivo de algas verdes y verde azules. La declinación del contenido de oxígeno soluble conlleva a la mortandad de animales acuáticos, y al deterioro de la calidad del agua. Con el desarrollo industrial, una amplia gama de sustancias han contaminado los cuerpos de aguas dulces.

Para contrarrestar la escasez de agua, las personas tienen que usar aguas subterráneas. Al reducirse la oferta de aguas de recarga se desequilibra el balance de agua originando problemas de subsidencia de la tierra, destrucción de edificaciones y el agotamiento de los recursos acuáticos subterráneos.

Es obvio que el agua se ha convertido en un asunto crítico para la humanidad que debe ser resuelto con perentoriedad.

II. Vetiver y el agua

Aunque el sistema vetiver (SV) como tecnología única no puede resolver todos los problemas relacionados con el agua, este pasto realmente contribuye a resolver muchos de ellos. Bastantes experiencias obtenidas en la década pasada en varios países del mundo han demostrado que el SV es beneficioso

para proteger la cantidad y calidad de agua y controlar daños causados por el agua

◆ Información confiable de diversos experimentos indica que cuando se plantan barreras de vetiver en contorno en tierras de cultivo en laderas, la escorrentía se reduce hasta en un 70% y las pérdidas de suelo en más del 90%. Este por tanto ayuda a conservar los suelos y el agua, facilita la percolación de esta en el perfil del suelo, previene la movilización de sedimentos hacia ríos y lagos, y reduce los desastres por inundaciones.

◆ Por otra parte, investigaciones recientes muestran que las actividades no agrícolas pueden causar serios problemas de erosión. El vetiver tiene un sistema de raíces denso y masivo con una fuerza de resistencia media de 75 Mpa en raíces de 0.7-0.8 mm de diámetro (el equivalente de un sexto de la fuerza de resistencia del acero blando). Por lo tanto, estas pueden estabilizar sitios de construcción nuevos, controlar erosión local, y prevenir la movilización de sedimentos hacia los ríos beneficiando sistemas de almacenamiento y descarga de aguas. Además, el costo del SV para control de erosión y estabilización de taludes es por lo común un 10 al 20 % de las alternativas "duras".

◆ Con su profundo sistema de raíces, el vetiver puede estabilizar infraestructuras de almacenamiento de aguas como diques, bancales, lagunas, reservorios, y de esta manera aumentar la efectividad de estas estructuras de almacenamiento.

◆ El SV puede prevenir o mitigar desastres naturales causados por huracanes, deslizamientos e inundaciones, como ha ocurrido en Honduras, El Salvador, Filipinas y China.

◆ El Vetiver puede ayudar a rehabilitar rápidamente tierras degradadas (cárcavas, áreas mineras, terrenos extremadamente degradados). Su gran cantidad de biomasa puede incrementar la materia orgánica, mejorar la estructura del suelo incrementando

su porosidad y su capacidad de almacenamiento de agua.

◆ Los suelos bien manejados pueden almacenar mucha agua, la cual puede ser mejorada con la aplicación del SV.

◆ El pasto vetiver como planta pionera y cobijadora, puede incrementar el crecimiento de plántulas forestales (15%) y su sobrevivencia (95%), ayudando en la reforestación y la recuperación de la cobertura vegetal en tierras estériles, y por tanto detener el agua y la erosión del suelo.

◆ El sistema de raíces del vetiver puede penetrar capas endurecidas, mejorando el movimiento vertical del agua en el perfil del suelo, mejorando la recarga de acuíferos.

◆ Las barreras de pasto vetiver pueden reducir los daños por inundaciones en tierras agrícolas. Al podarlo la paja puede usarse como mulch o cobertura muerta durante la época seca para preservar la humedad y mejorar el desempeño de los cultivos, incrementando los rendimientos hasta en un 40%. El SV tiene un papel muy importante en el manejo de cuencas

◆ El vetiver puede tolerar altos niveles de elementos tóxicos y contaminantes, ya que puede asimilar metales pesados, remover fosfatos, nitratos y plaguicidas de tierras agrícolas, evitando la eutroficación de las aguas y resguardando su calidad.

En suma, el sistema vetiver puede jugar un papel crucial en mejorar la disponibilidad y calidad del recurso agua en países tropicales y subtropicales y reducir catástrofes relacionadas con el agua, ya que el se comporta como un filtro biológico que previene el movimiento de partículas del suelo y los contaminantes asociados, mediante la conservación y "purificación" del agua, y fortaleciendo el perfil del suelo a través de sus raíces, reduciendo los deslizamientos superficiales, evitando el daño a vidas y propiedades. Es por ello que, en la reunión de trabajo en Tailandia, durante la Segunda Conferencia Internacional sobre Vetiver (ICV-2) en Enero del 2000, el tema "Vetiver y

el Agua" fue elegido unánimemente para la ICV-3.

III. Contribución de China al desarrollo del Vetiver

Ya desde la década de los años 50, China comenzó su investigación sobre la aplicación de la tecnología del SV. Múltiples sistemas de propagación fueron desarrollados en la Provincias de Guangdong para acelerar la producción de plántulas. Ya desde esa época, se extraía el aceite de Vetiver. Desde 1980 el vetiver se ha utilizado para el control de la erosión, incluyendo la protección de huertos, terrazas recién construidas, lagunas para la cría de peces, bancos de río y costeros y la revegetación de tierras marginales. Conjuntamente, las hojas cortadas se usaron como forraje, combustible, medio para el cultivo de hongos y producción de artesanías.

Desde 1990, se han conducido un gran número de investigaciones, liderizadas principalmente por el Instituto de Botánica del Sur de China. La Academia de Ciencias ubicada en Guangzhou, ha estudiado los rasgos eco-fisiológicos del vetiver en Guangdong, su adaptación al Sur de China, los beneficios que representa para el control de la erosión y para el desarrollo de los cultivos, eficiencia en la rehabilitación de rellenos sanitarios, canteras, y la fitorremediación de tierras de minería y aguas contaminadas, etc... Todas estas investigaciones han arrojado resultados de gran utilidad y han producido una influencia positiva entre los usuarios del vetiver a nivel global

En años recientes, a consecuencia del crecimiento económico vertiginoso, las nuevas construcciones han causado serios problemas de erosión. Basado en investigaciones realizadas en la Provincia de Guandong, se ha utilizado vetiver con fines de ingeniería (en particular la estabilización de taludes en autopistas) en casi todas las provincias del Sur de China. Debido a que el SV es, no solo muy eficiente sino, como hemos dicho muy

económico (alrededor de 1/5 a 1/10 en comparación con medidas “duras” donde se utiliza concreto), este se ha diseminado rápidamente. Muchas instituciones se vieron involucradas en el estudio y difusión del vetiver: universidades, institutos de investigación, organismos gubernamentales, así como el sector privado, con un enfoque multidisciplinario donde destacan la conservación de suelos y aguas, agricultura, ciencias forestales, ecología, ambiente, mantenimiento y construcción de carreteras, etc... En este momento China se ha convertido en uno de los mayores usuarios del Vetiver en bioingeniería a nivel mundial.

Además de la investigación, el SV se ha difundido activamente en China a través de medios impresos, revistas, periódicos y televisión. Algunas publicaciones pertinentes como Investigación y Desarrollo en Vetiver, boletines, despleables, etc.. La Red China del Vetiver y sus colaboradores han organizado conferencias y cursos de entrenamiento, como el Taller Internacional de Vetiver en Fuzhou en 1997, el realizado en Nanchang en 1999 sobre La tecnología de la bioingeniería para el control de la erosión y la sedimentación y la estabilización de obras civiles y el Taller Internacional sobre la Aplicación del vetiver realizado en Guangzhou en 1999.

Además de la china continental, muchas investigaciones y aplicaciones han sido también conducidas en Taiwán y Hong Kong. A continuación algunos ejemplos:

- ◆ En la Universidad Nacional de Taiwan han sido realizados en los últimos años estudios de investigación y sobre la aplicación del pasto vetiver. El trabajo actual se centra en una colección de germoplasma de las cuales 15 entradas son del banco de germoplasma de USA.

- ◆ El SV se ha utilizado en Hong Kong para rehabilitar tierras marginales en un sitio cercano a un relleno sanitario en unas Colinas cercanas al viejo aeropuerto de Kowlon. Esta zona era un parque

completamente erosionado donde no prosperaban los árboles.

- ◆ Las barreras de Vetiver se plantaron en Hong Kong para reducir las aguas de escorrentía provenientes de las lluvias y la erosión. Posteriormente se plantaron árboles de *Acacia mangium* y crecieron muy bien.

- ◆ La Universidad de Hong Kong y la Academia Agrícola Guizhou realizaron un trabajo conjunto para estudiar el efecto del SV en el control de la erosión de los suelos rojos y el efecto de la fertilización en el pasto vetiver

- ◆ La Universidad Bautista de Hong Kong, está trabajando sobre mecanismos de fitorremediación en el vetiver con sus colegas de Australia.

- ◆ La Universidad Bautista de Hong Kong y la Universidad Zhong Shan en Guangzhou, están trabajando en aplicaciones del vetiver para el manejo de vertidos ácidos en minas de Guandong Basados en estos avances y logros, la Red China del Vetiver, bajo la coordinación del Prof. Liyu Xu, quien recibió “el Premio Vetiver del Rey de Tailandia” en el 2000, China ha sido nominada como el país sede para organizar la Tercera Conferencia Internacional sobre Vetiver (ICV-3) cerca de cuatro años después de celebrarse ICV-2 en Tailandia, de manera que las experiencias y logros de China sean compartidos con los usuarios del vetiver a nivel mundial.

IV. Programa de la conferencia

A. Tópicos

La ICV-3 pondrá énfasis en el tema “Vetiver y el Agua” y las estrategias de extensión del SV de manera de solucionar problemas relativos al uso del agua en el mundo y acelerar la diseminación del SV, incluyendo:

- ◆ SV para el control de la escorrentía
- ◆ SV para la recarga de acuíferos
- ◆ SV para el control de la erosión y la estabilización de taludes
- ◆ SV para el control de la contaminación y la preservación de la calidad del agua

- ◆ SV para la purificación de lixiviados de rellenos sanitarios y minas

- ◆ SV para la estabilización de taludes y rellenos y la prevención localizada de la erosión

- ◆ Producción rápida de plantas para la siembra

- ◆ Referencias de calidad para las múltiples aplicaciones del SV

- ◆ Estrategias de extensión para una diseminación rápida del SV

- ◆ Factores que influyen la diseminación del SV y métodos para manejarlos

- ◆ Otros pastos para la conservación de suelos y aguas, especialmente aquellos para zonas frías

- ◆ Otros tópicos relacionados con el SV y su diseminación

B. Estructura del programa

El programa incluirá:

- ◆ Presentaciones magistrales por expertos reconocidos en el mundo

- ◆ Sesiones plenarias

- ◆ Sesiones simultáneas

- ◆ Grupos de discusión

- ◆ Presentación de trabajos en carteles

- ◆ Exhibiciones de trabajos, fotos, publicaciones y multimedia en video/computadora

- ◆ Reuniones de trabajo de los coordinadores de redes y nominación de sede del ICV-4

- ◆ Salida de campo para visitar áreas demostrativas.

C. Participantes

Se anticipa la asistencia de más de trescientos participantes provenientes de más de 30 países que asistirán a la conferencia. Estos serán principalmente investigadores, expertos, ingenieros, funcionarios gubernamentales y extensionistas.

D. Patrocinios

Se espera que unos 30 participantes de países en desarrollo (los menos desarrollados en particular) serán patrocinados por el Comité Organizador de la Conferencia. Un limitado número de expertos internacionales serán invitados a la conferencia como personas de

apoyo bajo el patrocinio de la Academia China de Ciencias, la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China, etc..

E. Organización

El comité organizador estará formado de expertos internacionales y chinos en estrecha colaboración con La Red Mundial del Vetiver. Un grupo de trabajo se establecerá bajo la tutela de la Red China del Vetiver para procesar asuntos de rutina en cooperación con múltiples instituciones nacionales y provinciales.

F. Lugar

La conferencia será realizada en Guangzhou al sur de China, donde la autoridad local tiene un gran entusiasmo en usar vetiver y donde se han experiencias exitosas en la aplicación del SV con fines demostrativos.

G. Duración

La conferencia se realizará del 6 al 9 de Octubre del año 2003.

H. Idioma

La conferencia utilizará el idioma inglés con traducción simultánea desde y hacia el chino para el beneficio de los participantes nacionales.

I. Resultados esperados

Las expectativas de la conferencia incluyen:

- ◆ La impresión y distribución de las memorias de la conferencia (para aquellos manuscritos listos para ser fotografiados) para los participantes y una publicación definitiva de las mismas un año después de la conferencia para su distribución global a través de la Red Mundial del Vetiver y la Red China del vetiver

- ◆ Reportes sobre una base diaria del acontecer de la ICV-3 para proveer a los participantes de una información actualizada

- ◆ Impresiones a color ilustrando las aplicaciones del vetiver en China para su distribución entre los participantes.

- ◆ Se publicarán unos panfletos para publicitar la información de la conferencia. Se les harán llegar modelos de aplicación promisorios a entes gubernamentales, investigadores, participantes potenciales y usuarios del vetiver, tanto antes como después de la conferencia.

- ◆ Se producirán despleables con descripciones vividas del uso del vetiver y se enviarán a usuarios precedentes y potenciales a niveles de condados y prefecturas en China.

- ◆ Las resoluciones de la conferencia se orientarán en la

asistencia a gobiernos, organizaciones, instituciones, agencias, investigadores, agricultores y otros usuarios de la tierra para que establezcan objetivos y estrategias apropiadas en la futura investigación, extensión y aplicación del SV.

- ◆ Se establecerá una relación operativa entre investigadores, ingenieros y funcionarios gubernamentales de China y otros países involucrados en varias disciplinas que promuevan la cooperación en varios aspectos del SV.

V. CONTACTO E INFORMACIÓN

Prof. Luo Fuhe

Presidente, ICV-3

Guangdong Academy of Agricultural Sciences

Wushan, Guangzhou, China

Tel.: (020) 8551 4254

Fax: (020) 8750 3358

E-mail: fhluo@gdstc.gov.cn

Mr. Hong Hao,

Secretario, ICV-3

Box 211, #12 Zhong Guan Cun Nan Dajie

Haidian District, Beijing

China 100081

Email: kelvin@grassae.org

TVN Vetiver Bookstore

Publicaciones Impresas US\$5 Cada una

'Pasto Vetiver — La barrera contra la erosión (Inglés y Español), 2000

'Vetiver Grass — A Thin Green Line Against Erosion', National Academy of Sciences, (Inglés) 1993

'The Vetiver Newsletter' — past issues \$1.00 each (Inglés)

CD-ROMS: US\$10.00 cada uno

Vetiver System Resources, Compiled by Dr. Paul Truong, 2000

Vetiver System Techniques, Dr. Paul Truong, 2000

Vetiver — La Barrera para Bioingeniería, Red Latinoamericana del Vetiver/Banco Mundial, 1999

Videos: US\$15.00 Cada uno

Vetiver Grass — The Hedge Against Erosion (PAL y NTSC versions en inglés), 1996

Vetiver — La Barrera Contra La Erosion (NTSC en español), 1996

Vetiver — La Barrera Para Bioingeniería (En Protección y Estabilización de Infraestructura, NTSC en español), 1999

Set de slides (diapositivas): US\$15.00 cada uno

"Barreras del Pasto Vetiver — A Photo Essay and Other Selected Data and Information, The Vetiver Network, 1999 (Guión en inglés. La mayoría de las fotos no contienen texto)

TVN (The Vetiver Network) acepta pagos vía Orden de Pago Internacional (International Money Order), cheques sobre cuentas bancarias de USA, ó efectivo (si es posible). Por favor, contacte TVN en: vetiver@vetiver.org para mayores detalles

Establecimiento exitoso de barreras de vetiver en el terreno.

Oscar Rodríguez.

Cátedra de Conservación de Suelos y Aguas.

Facultad de Agronomía.

Universidad Central de Venezuela.

rodriguez@agr.ucv.ve

Para un adecuado establecimiento de barreras de vetiver en el terreno, deben tomarse en consideración diversos factores que determinarán el éxito de las mismas.

a) Las condiciones del terreno en el sitio, tales como el clima, el suelo y la topografía, que determinan los riesgos potenciales de erosión y las condiciones ecológicas. El vetiver, a pesar de ser una planta muy adaptable a variables situaciones ecológicas, deben considerarse ciertos límites para evitar inconvenientes y fracasos innecesarios. Temperaturas frías y constantes a lo largo del año, como en las zonas montañosas elevadas del trópico pueden hacer muy lento o nulo el crecimiento del vetiver. En Venezuela, a 10° de latitud norte, el vetiver se ha comportado exitosamente hasta los 2000 msnm. Esta referencia de altura puede variar de acuerdo a condiciones de sitio particulares. Sequías extremas o períodos de inundación prolongados, han sido reportados como negativos para una adaptación competitiva de la planta. Se requiere de 3 a 4 meses de lluvias durante el período de establecimiento pero lapsos de inundación de más de dos meses, pueden afectar severamente su desarrollo. En todo caso, para tener éxito en la siembra del vetiver hay que tener en cuenta el balance hídrico, el cual va a estar influenciado por las características intrínsecas de los suelos tales como: profundidad, textura y estructura, así como por los riesgos de escurrimiento o inundación, según la posición relativa y condiciones topográficas locales. El momento de la siembra es crítico y de hacerlo

fuera de época de lluvias, serán necesarios riegos suplementarios. Con todo, el vetiver se adapta a suelos pobres en nutrientes y con características químicas indeseables como presencia de sales, metales pesados y niveles de acidez o alcalinidad extremos, sin embargo, la suplencia de nutrientes y enmiendas asegura una mejor respuesta de la planta a condiciones extremas.

b) El tipo de material vegetativo a ser utilizado al momento del trasplante, el manejo que se le dé y la distancia de siembra sobre la hilera son también determinantes en asegurar el éxito, según los objetivos que se persiguen y el presupuesto del que se disponga. Experiencias diversas han demostrado que el espacio entre plantas sobre la hilera no debe ser mayor a 10-15 cm para asegurar un cierre de la barrera en un tiempo corto. Cuando el material de trasplante consiste en plantas a raíz desnuda, obtenidas por separación de macollas adultas, las cuales deben tener de dos a tres hijos por unidad, el crecimiento y cierre de la barrera será más lento. Sin embargo este material tiene como ventajas las de ser el más económico y más fácil de transportar en sitios de difícil acceso. Las plantas desarrolladas en bolsas de polietileno, presentan como ventaja asegurar una mayor velocidad de desarrollo y cierre de la barrera y menores riesgos de mortalidad al inicio del establecimiento. Sin embargo, son de mayor costo y requieren de mayor esfuerzo para su transporte al sitio donde se establecerán las barreras. En el Salvador, la empresa NOBS´antierosión utiliza como modalidad el uso de plantas a raíz desnuda pero conformada por submacollas de unos 10 a 15 cm de diámetro, con ocho a diez hijos por unidad, teniendo mayores reservas para la sobrevivencia, y conformando desde el inicio una barrera antierosiva, ya que es sembrada sin dejar espacios a lo largo del surco de siembra. Otra modalidad es la de desarrollar segmentos de barrera en viveros sobre camas con surcos de un metro de longitud, lo cual también ahorra tiempo de establecimiento de la

barrera y disminuye los requerimientos de personal al momento de la siembra en el sitio definitivo. Cuando se utilicen plantas a raíz desnuda, no debe prolongarse el tiempo entre la obtención de la semilla asexual (esquejes), y la siembra definitiva. Además, el material vegetativo debe mantenerse húmedo y a la sombra para protegerlo de la deshidratación. El sumergir la semilla en agua o soluciones con hormonas de enraizamiento por 24-48 horas antes de la siembra, ha dado buenos resultados al estimular el brote de raíces, pero debe considerarse la logística para realizarlo si el volumen de siembra es muy grande. Dos a tres podas al año a unos 20-30 cm de altura estimularán el brote de hijos y el cierre anticipado de los espacios entre plantas.

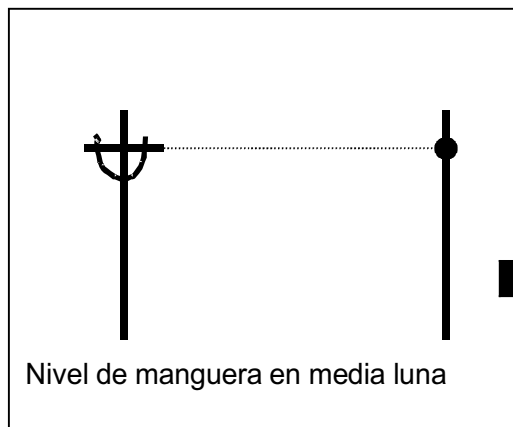
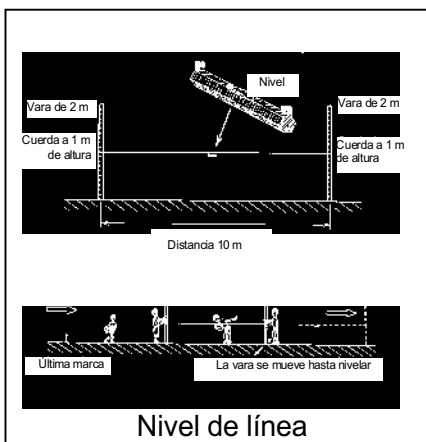
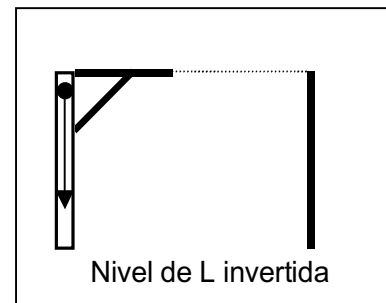
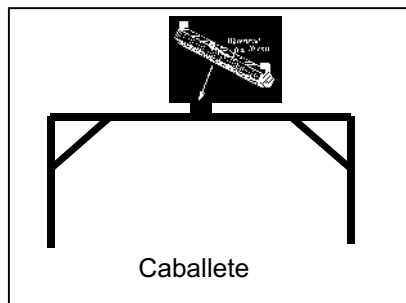
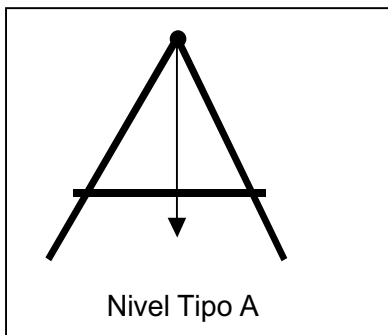
c) El acondicionamiento del terreno consistirá en un peinado y conformación de los taludes que deben ser compactados adecuadamente, en el caso de secciones de corte y relleno en obras de infraestructura o sistemas de control de cárcavas, o una limpieza y eliminación de malezas en donde irán las hileras en el caso de terrenos agrícolas. A continuación se practica un surcado sobre la hilera de siembra, definida en contorno o con un ligero declive, de unos 10-15 cm de profundidad según el material de siembra a ser utilizado. En el fondo del surco se colocan los fertilizantes y enmiendas que se crean convenientes según las condiciones de sitio, si las mismas son muy limitantes o si se quiere acelerar el proceso de establecimiento. Los estiércoles y el compost, además de suplir nutrientes servirán también como acondicionadores del suelo. En todo caso, no será necesario el uso de fertilizantes y enmiendas ya que el vetiver es una planta muy rústica y poco exigente. La corona de la planta debe quedar enterrada y el suelo debidamente compactado, evitando bolsones de aire, para que exista un buen contacto entre el suelo y las raíces de las plantas de vetiver asegurando la transmisión de agua hacia la planta. Las hileras

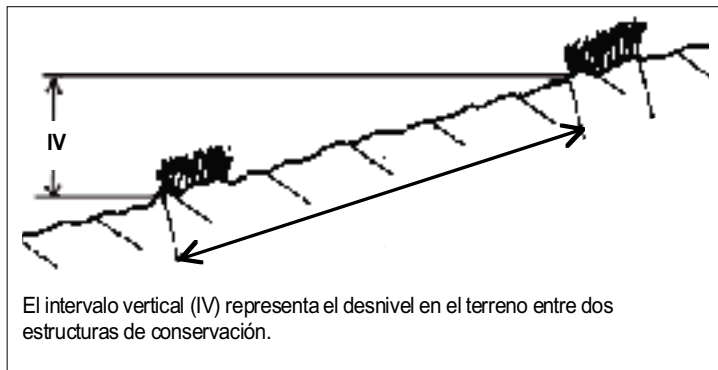
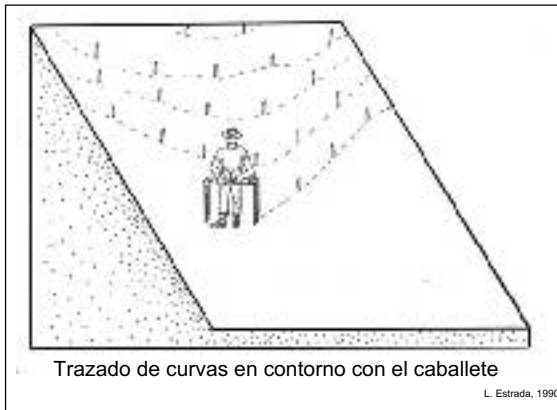
dobles no son necesarias lo cual ahorra tiempo y costo, así como espacio de terreno para el agricultor en las áreas de cultivo. Así mismo, deberá considerarse, de ser necesario la suplencia de riego si la siembra no coincide con la época de lluvias o éstas se atrasan. En bioingeniería puede ser ventajoso sembrar en la época seca, para desarrollar las barreras antes de que se presente el período de lluvias, con los consecuentes efectos erosivos. En zonas muy secas y sin riego, debe hacerse un surco más profundo dejando un montículo que detenga el agua de escorrentía y aumente la disponibilidad de agua para la barrera.

d) La ubicación de las hileras de barreras en el terreno, debe realizarse en el sentido contrario de la pendiente o en curvas en contorno, para oponerse al flujo de las aguas de escorrentía disminuyendo su velocidad y propiciando la sedimentación, o con un ligero desnivel, para evacuar excedentes de escorrentía en zonas de alta pluviosidad. El trazado de las hileras de siembra se realiza con instrumentos sencillos de

construcción casera y de muy bajo costo. Entre estos instrumentos pueden mencionarse: el nivel tipo A y el caballete que pueden ser operados por un solo usuario, teniendo como desventaja la distancias cortas que se cubren en cada movimiento en relación al nivel de línea, la L invertida y la manguera en media luna (Ver ilustraciones). Pequeñas irregularidades del terreno no necesitan tomarse en cuenta, ya que la sedimentación aguas arriba de la barrera termina por nivelar el terreno. El espaciamiento entre las barreras hay que definirlo según las condiciones de sitio y el uso de la tierra en el espacio entre barreras. El valor de T o tolerancia de pérdidas de suelo también será un criterio a considerar para el diseño del espaciamiento entre barreras aunque en condiciones promedio se asume un valor de 12 Mg/ha-año. Suelos muy profundos y fértiles son más tolerantes a la degradación que suelos superficiales y de poca fertilidad. La presencia de horizontes limitantes en el perfil del suelo como capas de grava, presencia de niveles tóxicos de aluminio, entre otras causas, también afectan el nivel de

tolerancia aceptable. En el cuadro inserto se definen diversos intervalos verticales según las condiciones de sitio y el uso de la tierra en los espacios entre barreras. El intervalo vertical (IV) es el desnivel en el terreno entre dos hileras de barreras u otras estructuras de conservación de suelos. En tierras agrícolas usadas con cultivos anuales y manejo intensivo, el IV aplicado esta entre 1 y 3 m y puede ser mayor en cultivos permanentes y en la medida que protegemos más la superficie del suelo con residuos o plantas de cobertura. El cuadro presentado aplica principalmente para el control de erosión hídrica laminar, es decir aquella que se manifiesta en superficie y de manera difusa. Para el control de otros tipos de erosión como la superficial concentrada, vale decir surcos y cárcavas, o los movimientos en masa superficiales, el intervalo vertical no debe ser mayor a 1 metro, siendo común el uso de un IV de 0,5 m. Esto es común con el uso de barreras de vetiver en bioingeniería.





Cuadro 3 Valores indicativos del intervalo vertical a ser utilizados para el espaciamiento de barreras vivas en función de la erosividad, erosionabilidad e intensidad de cultivo. 1/ Rodríguez, 1998.

Rango de erosividad de la lluvia MJ*mm /ha*h	Rango de erosionabilidad del suelo (Mg/ha)/ MJ*mm/ha*h	Alta intensidad de cultivo 2/		Moderada intensidad de cultivo 3/		Baja intensidad de cultivo 4/	
		Intervalo vertical m	Máxima* pendiente en %	Intervalo vertical m	Máxima * pendiente en %	Intervalo vertical m	Máxima* pendiente en %
Baja < 3000	Baja < 0.02	4	44	5	58	6	75
	Media 0.02-0.05	3	31	4	44	5	58
	Alta > 0.05	2	20	3	31	4	44
Media 3000-7000	Baja < 0.02	3	31	4	44	5	58
	Media 0.02-0.05	2	20	3	31	4	44
	Alta > 0.05	1	10	2	20	3	31
Alta > 7000	Baja < 0.02	2	20	3	31	4	44
	Media 0.02-0.05	1	10	2	20	3	31
	Alta > 0.05	0.5	5	1	10	2	20

1/ Si $T < 12$ Mg/ha (T = Tolerancia de pérdida de suelos) se debe mover hacia abajo dentro de la columna para hallar el IV que se ajuste debido a mayores restricciones según el nivel de tolerancia asignado

2/ Alta intensidad de cultivos:

Cultivos anuales con poca o ninguna cobertura de residuos

3/ Moderada intensidad de cultivos:

Cultivos anuales con moderada cobertura de residuos

Cultivos semipermanentes con moderada cobertura de residuos

Cultivos permanentes con moderada cobertura de residuos

4/ Baja intensidad de cultivos:

Cultivos anuales con muy poca cobertura de residuos

Cultivos semipermanentes con alta cobertura de residuos

Cultivos permanentes con alta cobertura de residuos

• La máxima pendiente fue calculada en base a un espaciamiento mínimo entre barreras de 10 m. Este criterio solo aplica en tierras agrícolas al considerar que espaciamientos menores entorpecen las labores de cultivo, aspecto que queda a juicio del usuario.

Tecnología de pasto vetiver (TPV) para la protección de torres de transmisión eléctrica en Venezuela

Oswaldo Luque M.

MSc y Doctor en Ciencia del Suelo, consultor ambiental, asesor de Vetiver Antierosión C.A
Email, oluque@cantv.net Venezuela, Abril 2002

Introducción

La erosión del suelo de las bases en torres de transmisión eléctrica de alto voltaje es una amenaza que implica altos costos en mantenimiento o inversiones, representadas por la ejecución de obras civiles complementarias o por la reubicación de dichas infraestructuras, que ocasionan la suspensión o fallas de energía eléctrica, eventualmente asociadas a estas labores. CADAFE, GT II (Gerencia de Transmisión II), empresa generadora y transmisora de energía eléctrica de Venezuela contrató con Vetiver Antierosión, C.A la bioprotección de dos de estas estructuras.

Consideraciones preliminares

a) Torre 265. Línea 230 KV, La Arenosa-Cabudare, Estado Yaracuy.

Ubicada en la margen derecha del río Turbio en el Estado Yaracuy, se protegió siguiendo un esquema de Bioingeniería, el cual consistió en siembras de 5 barreras de vetiver, *Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash, a 3 metros de separación en la zona plana del banco del río y un intervalo vertical de 1 metro en un talud, cuya pendiente era casi vertical, distribuidas a 7 plantas por metro lineal. Las plantas fueron obtenidas de un vivero localizado en el Asentamiento Campesino La Majada, Santa Cruz, Estado Aragua, propiedad de la empresa Vetiver Antierosión C.A, sembradas en compost elaborado con una mezcla de estiércol bovino y cáscara de arroz en una proporción de 1:3, se dejó fermentar por espacio de dos meses y luego se llenaron bolsitas de polietileno negro de medio litro de capacidad, donde se sembró un esqueje, a los 2-3 meses las plantas estuvieron listas para su ubicación

en el campo, cada una tenía en promedio unos 3 retoños.

El suelo es típico de la posición geomorfológica conocida como albardón de orilla o banco, clasificado de acuerdo al Soil Taxonomy, USDA (1975) como un Fluvent, textura superficial franca, altamente susceptible a sufrir erosión hídrica, por las continuas subidas de nivel y aumento de la velocidad de las aguas del río, con un caudal promedio en la época de verano de 0,4 metros cúbicos por segundo y 2-3 metros cúbicos por segundo en época de lluvias.

El sistema de protección de la torre con TPV fue instalado en febrero del 2001, en plena época seca; dos meses después, estando las plantas a una altura de 30 centímetros y un desarrollo radical estimado en 30 centímetros de profundidad, ocurrió una creciente del río, lo que permitió comprobar la bondad del sistema, pues el vetiver resistió el embate de las aguas y la inundación de 24 horas.

Un porcentaje muy bajo de plantas fueron arrancadas, en especial, las que se encontraban en la desembocadura de una pequeña quebrada. Para el mes de julio el vetiver tenía aproximadamente 1,5 metros de altura y las raíces también habían aumentado su desarrollo.

Las nuevas crecientes del río Turbio aportaron considerables sedimentos a las barreras, hasta 0,5 metros de altura, iniciándose un proceso de terrazas. Para diciembre de 2001, ocurrió la crecida más grande del año, que inundó toda la zona de protección.

Al retirarse las aguas se observó un aporte significativo de sedimentos en la orilla derecha, en la zona de mayor

riesgo de erosión; el fenómeno incorporó un banco de arena de 3 metros de ancho por 20 metros de

largo, lo cual es una protección adicional a la torre.(foto de abajo)



b) Torre 523. Línea 230 KV, Yaracuy - Morochas I y II, Estado Lara.

Ubicada en el sector conocido localmente como "El Pandito", Km 16 de la autopista Barquisimeto-Carora, Estado Lara, Venezuela. Esta es una zona completamente árida con una vegetación xerófila, condicionada por una precipitación de unos 400 mm al año, distribuida entre los meses de octubre a diciembre.



El área alrededor de la torre (arriba) se encontraba totalmente erosionada, con amplias cárcavas, conformadas por zanjas profundas, según se observa en la foto.

El final de las cárcavas y sus paredes se protegieron con sacos de yute rellenos con arcilla; las zanjas, donde posteriormente se sembró el

vetiver, se rellenaron con compost (abono orgánico), en un área de unos 800 metros cuadrados. La alta erosividad (alta energía cinética) de las lluvias y la erosionabilidad del suelo, conjuntamente con la ocurrencia de un fenómeno conocido como sufusión, caracterizado por el lavado de los materiales finos (arcillas), que son arrastrados del perfil de suelo por efecto de corrientes internas de agua, lo que produce inestabilidad de los horizontes inferiores, posteriormente ceden grandes volúmenes de suelo superficial, y ocurren hundimientos; tales factores favorecen la comunicación entre sí de las cárcavas o zanjas, que aceleran un proceso erosivo muy fuerte, atentando contra la estabilidad de las torres.

El suelo según el Soil Taxonomy publicado por el USDA (1975), se clasificó como un Camborthid. La textura es Arcillo Limosa, clasificada como fina o pesada, los valores de potasio son muy altos, el contenido de carbonato de calcio libre, es bajo, pero las bases intercambiables calcio y magnesio son muy altas y muy bajas respectivamente, el fósforo es bajo. Este suelo es ligeramente salino de acuerdo a los valores de conductividad eléctrica, las sales solubles predominantes son sulfato de calcio, cloruro de sodio y en menor proporción bicarbonatos de calcio y magnesio y la Relación de Adsorción de Sodio es normal.

Las barreras de vetiver se sembraron en el mes de julio de 2001, en un arreglo de espina de pescado, para evitar la incidencia de las aguas de lluvia sobre las paredes de las cárcavas o zanjas originales. Igualmente, se protegieron los cortes causados por saques de arcilla (explotación típica de la zona, para materia prima en la artesanía y elementos de construcción) y para evitar la acción de las cabras o chivos se construyó una cerca perimetral de alambre de púa. Es de hacer notar que se han venido aplicando riegos adicionales para minimizar las pérdidas de plantas de

vetiver, y facilitar su implantación mientras se encontraban pequeñas; hasta el presente se han aplicado dos riegos mensuales con una frecuencia cada 15 días, con un costo de Bs. 40.000/mes, para un total de 480 dólares / año.

En diciembre de 2001 las plantas se encontraban en buenas condiciones de crecimiento con una altura aproximada de 70 centímetros, foto abajo, esto condicionó la suspensión del riego, pero la inspección realizada a finales de enero 2002 indicó que habían plantas que se estaban secando, por lo que se reanudaron los riegos quincenales, los cuales se mantienen.



Es de destacar que las condiciones de sequía del año pasado y del presente han sido de las más fuertes en la presente década, por lo que aun cuando se considera que el vetiver es una planta muy resistente a condiciones adversas, requiere de aportes de humedad en esta fase de crecimiento.

Aterramiento de la Torre

La inspección inicial de la torre 523 indicó que los cables de puesta a tierra (norma que obliga a establecer una conexión a tierra de las torres para conducir voltajes excesivos o descargas de electricidad por efectos atmosféricos) habían quedado al descubierto por la erosión. En el uso de la tecnología del pasto vetiver (TPV) se consideró esta norma, y se implantaron las barreras para cubrir los conductores de tierra del sistema, que quedaron protegidos con la garantía de un excelente contacto con el suelo, mejorando la conductividad eléctrica a través de la humedad que se almacena en el suelo y por la

presencia del sistema masivo de raíces de vetiver.



Evaluación

Es de destacar que la evaluación de estos dos proyectos pilotos continúa, sin embargo, la experiencia obtenida en un año permite comentar aspectos relativos a su comportamiento en dos condiciones climáticas totalmente diferentes (área relativamente húmeda en la torre 265 y zona árida o con déficit permanente de humedad en al menos 9 meses del año, para el caso de la torre 523).

A. En la torre 265.

1. La TPV hasta ahora ha protegido al banco del río, y por consiguiente a la torre, bajo la presencia de fuertes inundaciones.
2. El aporte de sedimentos es ejemplo del inicio de un proceso de recuperación
3. Dentro de las barreras de vetiver se observó la acumulación de materia orgánica y presencia de hongos tipo saprofitos, que hacen suponer el inicio de un proceso de mejoramiento de los suelos.

B. En la torre 523

1. La TPV también ha protegido al sistema torre-suelos de los efectos detrimentales de la erosión, al detener el proceso de sufusión y el desarrollo de nuevas cárcavas. Se piensa que un mayor tiempo para el establecimiento de las barreras consolidará el sistema.
2. La consolidación de la TPV requiere de aportes de riego, al menos cada 15 días durante 9 meses.

3. La TPV ha favorecido el cumplimiento de la norma relativa al aterramiento de las torres.

El seguimiento sistemático de estos dos proyectos permite destacar que la TPV, como sistema biológico necesita un programa de mantenimiento menor para el primer año, durante el establecimiento de las barreras, consistente en dos o tres limpiezas de malezas y riegos complementarios los cuales pueden prolongarse hasta por 9 meses, con una frecuencia de 15 días, para el caso de zonas áridas.

La inversión alcanzó una cifra cercana a Bs. 6.665.000 (\$ 6.665), la cual se considera mucho menor que cualquier otra solución relativa a obras civiles (construcción de bases especiales y placa de concreto); sin embargo, dada la dinámica de las lluvias y suelos en Venezuela, no se descarta la posibilidad de combinar las dos técnicas.

El vetiver integrado a un sistema conservacionista de suelos, aguas e infraestructura ha venido siendo utilizado desde hace muchos años en otros países; al respecto el Banco Mundial (1990) indica que este hecho ha dado a los usuarios recientes más confianza en la tecnología.

El vetiver por ser una planta de comportamiento conocido, según Truong (2000), y The Vetiver Network, (2001), es resistente al

fuego, a sequías y a inundaciones, crece en diversas condiciones climáticas desde 300 mm hasta 6000 mm, se adapta a pobres condiciones nutricionales y otras situaciones adversas de suelo, tales como salinidad y sodicidad excesivas, rangos de pH muy amplios, tolera niveles extremadamente altos de aluminio, manganeso, arsénico, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y zinc; crece bien hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar; no se convierte en maleza; el sistema radical puede alcanzar hasta 3 metros de profundidad, es masivo y muy resistente al esfuerzo cortante (de 75 Mpa), equivalente a 1/6 de la resistencia del acero blando, adicionalmente puede remover contaminantes de suelos y aguas. El vetiver tiene como limitantes su poca tolerancia a la sombra, y algunas plagas y enfermedades que pueden atacarle. Las experiencias en el país (Rodríguez, 2000) indican que el vetiver se adapta muy bien a diversas condiciones agro-climáticas.

En general, se considera que el balance es muy positivo como un sistema de relativo bajo costo y de fácil mantenimiento.

Todas estas consideraciones apoyan proyectos de protección al sistema de transmisión de energía eléctrica de alta tensión y torres ubicadas en terrenos susceptibles a degradarse por el fenómeno de la erosión.

Referencias bibliográficas

Banco Mundial, 1990. Vetiver-La barrera contra la erosión. Washington, D.C.

National Research Council. 1993. Vetiver Grass-A thin green line against erosion. National Academy Press. Washington, D.C.

The Vetiver Network. 2001. The Vetiver System, A Proven Solution, Vetiver Grass ,A Hedge Against Erosion. Hoja divulgativa de la red mundial de vetiver. <http://www.vetiver.org>

Truong, P. 2000. The Vetiver Grass System. Potential Applications for Soil and Water Conservation in Northern California, Invited paper, Seminar Yolo County, Rood Control & Water Alliance at Woodland on 9 May 2000. USA, Department of Natural Resources, Brisbane, Australia.

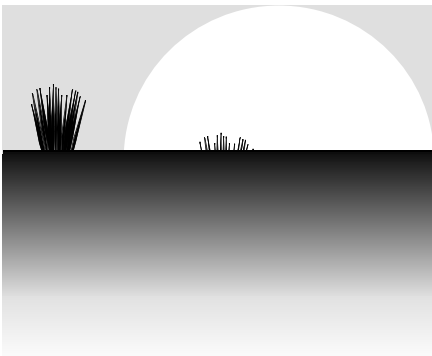
Rodríguez, O. 2000. Promoting Vetiver Grass Technology in Venezuela. In Proceedings Second International Conference on Vetiver. Vetiver and the Environment. Royal Office of Development Work. Phetchaburi Province, Thailand. pp: 97-102

Rodríguez, O. 2000. Soil and water quality management through vetiver grass technology. In Proceedings Second International Conference on Vetiver. Vetiver and the Environment. , Royal Office of Development Work. Phetchaburi Province, Thailand. pp: 255-262.

USDA. 1975. Soil Taxonomy. A Basic System of Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Survey Staff. Agriculture Handbook N° 436, Washington, D.C.

Agradecimiento: Al Ing° Agr°, Doctor Ernesto Andreu Soler, profesor de la Universidad Rómulo Gallegos-Venezuela, por sus comentarios y observaciones. Al Ing° Agr° Carlos González de Fundación Danac-Venezuela, por la corrección de estilo.

La versión completa de este trabajo puede ser solicitada al autor por correo electrónico.



La Red Latinoamericana del Vetiver (RLAV).

Apartado Postal 5067.

El Limón, Maracay, estado Aragua 2105

Venezuela.

red_vetiver@hotmail.com

socoa@socoa.org.ve

Prof. Oscar Rodríguez, coordinador.

Potes de pasto vetiver: producción y utilización.

Varunee Thiramongkol y Banyong Baebprasert
Science Service Department, Bangkok, Tailandia

Trabajo presentado en la segunda conferencia internacional sobre vetiver, Tailandia Enero 2000

Introducción

Su majestad el Rey Bhumibol Adulyadej inició la idea del uso del jacinto de agua en la restauración del ambiente, por consiguiente, el proyecto real Chitralada y el Departamento del Servicio de Ciencia de Tailandia, han trabajado conjuntamente en dos áreas para apoyar la idea mencionada arriba, una de las cuales fue la producción de potes de jacinto de agua desde el año 1989.

Luego, el Dr. Riksh Sayamananda, Vicepresidente de la coordinación del Proyecto de Desarrollo Doi Tung, en la provincia de Chiang Rai al Norte de Tailandia, iniciado por su Majestad la Princesa Madre, solicitó ayuda al departamento del Servicio de Ciencia para elaborar potes en base al vetiver. Varias agencias de investigación y desarrollo gubernamentales se involucraron en un proyecto sobre el estudio de la utilización de potes de vetiver en plantaciones de la mencionada provincia por un período de seis años.

El pote de vetiver es un pote usado especialmente en la etapa de endurecimiento (fase luego del trasplante) para desarrollar cualquier tipo de planta, y al mismo tiempo reducir el uso de envases de plástico y de arcilla cocida, con la idea de conservar el ambiente.

La producción de potes de vetiver

Los potes de vetiver se elaboran con arcilla, arena, hojas secas de vetiver y un agente cementante que es el "POVAL" (polivinilo de alcohol).

El rango de tamaño de las partículas debe ser en proporción:

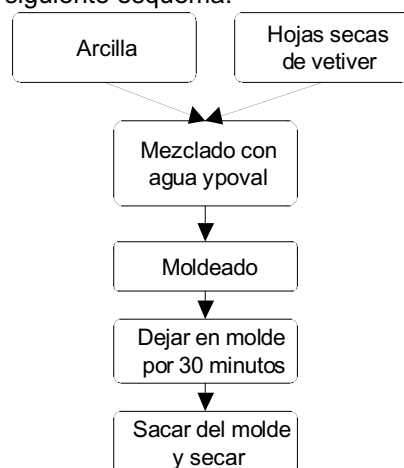
40-45 % < de 2 μ m (arcilla).

25-30% > de 5 μ m (arena).

El agente cementante debe ser seguro para el suelo y las aguas, ya que después del endurecimiento o

desarrollo de plantas en los potes, estas pueden ser transplantadas directamente sin sacarlas del contenedor en el suelo. En este caso se usó "POVAL" que no es considerado un producto dañino al ambiente.

La producción de potes de vetiver se realiza según se ilustra en el siguiente esquema:



La proporción más apropiada de hojas secas de vetiver:arcilla es de 1:8 en peso, y la cantidad de "POVAL" recomendada es de 0,8 %.

El procedimiento de producción es similar al de la producción de potes de cerámica. Se pueden elaborar potes de diversos tamaños para cualquier tipo de plantas que van desde 2 hasta 10-12 pulgadas de diámetro y desde 1 a 12 pulgadas de altura y más, dependiendo del diseño de la máquina de moldeado.

La utilización de potes de vetiver

Los potes de vetiver tienen la particularidad de poder ser usados con cualquier tipo de plantas desde hortícolas hasta forestales y plantarlas directamente sin remover el pote. Esto le proporciona la ventaja con relación a los envases plásticos o de cerámica de no contaminar el ambiente debido a su naturaleza biodegradable.

Las experiencias del proyecto desarrollado en Doi Tung comprobaron las bondades antes mencionadas usando dichos potes para el trasplante de plantas de vetiver luego de un período de endurecimiento. Se colocaron en forma directa en el sentido de las curvas de nivel a lo largo de laderas a ser protegidas, presentado un establecimiento y crecimiento satisfactorio luego del trasplante.

En el caso de árboles de teca (*Tectona grandis*) producidas por cultivo de tejido, el Dr. Uthai Charanasri usó los potes de vetiver por dos meses luego de un período inicial de endurecimiento también de dos meses, podando las raíces antes de colocar las plantas en la cama de producción de estacas. De esta manera se obtienen estacas de árbol de teca de excelente calidad que pueden sembrarse en cualquier lugar apto para tal fin.

Se reporta el uso de los potes en una amplia variedad de árboles frutales y forestales así como de plantas ornamentales.

Conclusiones

Los potes de vetiver son un recurso de gran utilidad para sembrar cualquier tipo de planta desde vegetales hasta forestales sin afectar negativamente el ambiente. En comparación con los potes de plástico o cerámica, los de vetiver se desintegran fácilmente en el suelo. Es una excelente manera de reciclar el vetiver, ya que se elabora con hojas secas del mismo. El procedimiento para su elaboración es sencillo y al alcance de todos y puede ser usado por los agricultores para uso propio o para la venta. Se pueden producir potes de 6 pulgadas de diámetro a razón de 30 potes/h, 4", 40 potes/h, 3 1/2", 60 potes/h y 2 1/2", 80 potes/h

Centros de origen y dispersión del Vetiver.

U.C. Lavaina.

Central Institute of Medicinal and Aromatics
Plants Lucknow, India

En: Proceedings Vetiver and the environment.
Second International Conference on Vetiver Cha-am
Phetchaburi Province, Thailand. January 2000.

Vetiver es un pequeño género de pastos perennes que tienen ocurrencia principalmente en países tropicales del viejo mundo. En India, se conocen solo dos especies de este género que se presentan en forma natural como son el *V. zizanioides* y *V. lawsonii* (Ramanujam y Kumar 1964), de las cuales la primera es de gran significación. En la India esta planta es usada desde la antigüedad por su aceite para perfumería y varios tipos de medicamentos tradicionales (Husain 1984; Husain et al 1984). Múltiples usos medicinales de esta planta están registrados en el antiguo tratado Aryuvedic por Charaka, Vagbhadananda y otros (Masood 1958). Inscripciones en una placa de plata que data del 1103 DC y 1174 DC han sido descubiertas en Etawah, (U.P., India) listando el aceite de *Khus* (como es llamado el vetiver en el norte de la India) entre los artículos reales usados por el Rey Kannauj (Shukla 1957). El nombre "Vetiver" es derivado de la palabra Tamil "Vetivern" (El Tamil es hablado en el estado Tamilnadu del Sur de la India). Todo ello indica que los hindúes fueron los primeros en reconocer el vetiver por sus usos aromáticos y medicinales, seguido por sus usos caseros y ambientales en la India y el resto del mundo. A pesar de todo ello, anteriormente se ha considerado que el centro de origen del vetiver podría ser en África o Australia donde se encuentran diversas formas en condiciones tropicales húmedas (Ramanujam y Kumar 1964).

El sub-continente Indio como centro de origen primario

Perspectiva morfotaxonómica

En India, este pasto perenne y que crece en macollas, se encuentra naturalmente en las planicies tropicales y subtropicales, particularmente a lo largo de los bancos de ríos y en tierras pantanosas. Tiene una amplia distribución ecológica que abarca desde las costas y pantanos arenosos hasta las planicies y pies de montañas (Hussain 1984; Lavaina 1998), y también en las cumbres de colinas hasta 800 msnm en las colinas de

Kumaun de Uttar Pradesh (R. Lal, comunicación personal), tolerando temperaturas bajo cero grados centígrados. Los dos complejos morfológicos habitan en regiones geográficas separadas; una en el norte y la otra en el sur de la India. Mientras que en el norte, la planta crece en forma silvestre en las planicies del Indo-Ganges y otras áreas adyacentes, principalmente en los estados de Rajasthan, Madhya Pradesh, Uttar Pradesh y Bihar, en el sur es silvestre en las costas orientales y occidentales de la península de la India, en los estados de Andhra Pradesh, Karnataka, Tamilnadu y Kerala. Las dos razas se distinguen con respecto a la morfología de la planta, hábitos reproductivos, arquitectura de la raíz y características de los aceites esenciales. Las poblaciones del norte de la India presentan una profusa floración, una alta producción de semilla y un perfume de alta calidad, las poblaciones del sur presentan una floración tardía y poco profusa, poca producción de semillas y un perfume de grado inferior (Sadgopal 1960; Lavaina 1998; Lavaina y Kumar 1998), esta última también válida para la vecina Sri Lanka. La presencia de un carácter primitivo tales como la ocurrencia de flores masculinas principalmente en un muestreo particular (Kumar 1963), y también la baja y tardía floración encontrada en las poblaciones del sur de la India, indican que esta planta podría haber aparecido primero en el sur de la India. Adicionalmente al sub-continente Indio, el vetiver crece en forma silvestre en áreas tropicales y subtropicales de otros países del sudeste asiático, pero el tipo de plantas se asemeja más con las poblaciones del sur de la India con respecto a su comportamiento reproductivo y composición de los aceites esenciales. Sin embargo, un orden superior de diversidad genética con respecto a la adaptación geográfica/ecológica, rasgos morfogenéticos y composición de aceites esenciales se encuentran dentro del sub-continente Indio, seguido por Indonesia (Lal et al. 1997). Esta planta se ha naturalizado también en las islas de Reunión, pero se ha reportado que fue introducida desde Indonesia alrededor del final del siglo XVIII (Wildner 1960). Impresiones de la firma genética basada en análisis RAPD (DNA polimórfico amplificado al azar) en estudios realizados sobre una colección de germoplasma a nivel mundial por Adams

y Daffron (1998) han revelado que la variabilidad natural del vetiver está confinada a el trópico del sudeste asiático. Esto sugiere que el Sudeste Asiático es el hogar natural del vetiver, del cual la India es el centro primario desde donde se puede haber dispersado a otras áreas del sudeste asiático. El vetiver podría haber evolucionado más tarde en África y Australia como una ruta secundaria de mecanismos evolutivos.

Perspectiva citotaxonómica

Aunque las afinidades de parámetros morfotaxonómicos y fitotaxonómicos son indicadores importantes para dilucidar el origen y divergencia con respecto a la historia evolutiva, los datos cromosómicos pueden reforzar la profundización del entendimiento de los patrones de variación y afinidad de taxos estrechamente relacionados. La divergencia y evolución de las angiospermas es a menudo acompañada de cambios a gran escala en la cantidad de DNA cromosómico, y también en la estructura patrón de la organización cromosómica (Lavaina y Sharma 1983; Bennett y Leitch 1995). El autor del presente trabajo ha estudiado ampliamente la variación del contenido de DNA nuclear, la estructura organizativa de los cromosomas de un gran número de plantas de vetiver representativas de una amplia diversidad geográfica (Lavaina 1985).

Aplicar parámetros carioevolutivos puede ser una herramienta de gran valor para deducir especialización intraespecífica. La delineación cuantitativa de cambios carioevolutivos puede detallar la dirección de cambios evolutivos con respecto a la distribución geográfica y la diversidad morfotaxonómica. Las vías comunes para calificar filogenéticamente cambios cromosómicos es a través de la representación de la simetría de los cariotipos. (Stebbins 1971) y el índice de dispersión cromosómica (Lavaina y Srivastava). El primer método toma en consideración el grado de variación en el tamaño de los cromosomas y la relación del brazo en el complemento, el segundo evalúa el cambio gradual de la variación de la longitud del brazo con el complemento. Incrementos en la simetría cariotípica definen una mayor especialización cromosómica; si se integra esto con el índice de dispersión se puede usar como un soporte para deducir diferenciación cuantitativa con respecto a la especialización.

Una amplia colección de datos acopiados por el autor del presente trabajo de la cantidad de DNA nuclear y la cariomorfología (Lavania 1985) exhiben la ocurrencia de una tremenda diversidad cariotípica del vetiver. Sin embargo, la amplitud de la variación cariotípica encontrada puede ser asociada en cuatro grupos carioevolutivos. El empleo de parámetros cromosómicos de simetría del cariotipo y el índice de dispersión cromosómica facilitaron el agrupamiento. De esto se deduce que los cariotipos basales más primitivos se corresponden con las poblaciones encontradas en el sur de la India (Colección Travancore), su etapa evolutiva próxima está en una población del nor-oeste de la India (Colección Bharatpur), las siguientes más evolucionadas están, una en el sur del sudeste Asiático (Colección Reunión introducida de Indonesia) y la otra en el centro-norte de India (Colección Ghaghra GAT cerca de Lucknow). Se puede entonces hacer la conjetura, que el vetiver puede tener su origen en la India Peninsular (sur de la India), desde donde se ha dispersado en diferentes

direcciones; una hacia el norte reforzando su capacidad reproductiva y cambiando la composición de sus aceites esenciales, y otra hacia el sur, diversificando sus rasgos morfológicos pero reteniendo las características de sus aceites esenciales.

Resumen y conclusiones

El sudeste Asiático es el hogar natural del vetiver como se evidencia de su diferenciación morfogenética y la ocurrencia de una alta diversidad genética y ecológica encontrada en las poblaciones nativas. En lo que se refiere a la diversidad reproductiva y química, el máximo se alcanza en el sub-continente de la India. Esto indica obviamente que el sub-continente indio es probablemente el centro primario de origen del vetiver, desde donde este se dispersó a otras áreas. A nivel intraespecífico, tales asunciones son mejor apoyadas estudiando los patrones y tendencias de la diferenciación cromosómica. Una amplia colección de datos sobre vetiver de diferentes regiones geográficas de la india y de la isla de Reunión (Indonesia), revela una tremenda

cantidad de diversidad cariotípica en términos de la morfología cromosómica, y en el número y forma de los cromosomas nucleares. La diversidad cromosómica encontrada puede ser agrupada en cuatro grupos cariotípicos. Sobre la base de parámetros comunes de evolución cromosómica se observó que los cariotipos más primitivos y de mayor simetría se encuentran en el vetiver que habita en sur de la península de la India, sugiriendo esta área como el centro primario de origen. La divergencia posterior del vetiver ha tomado lugar a partir de ese primer grupo en dos direcciones diferentes: a) hacia el norte en las planicies cálidas y secas del nor-oeste o a las planicies cálidas y húmedas del centro-este y b) hacia el sudeste asiático y otras partes del mundo. El ritmo de la diferenciación evolutiva ha sido más rápido en zonas cálidas y húmedas.

Nota: si usted está interesado en la lista bibliográfica de este artículo, por favor solicítela a: Prof. Oscar Silva, osilvae@agr.ucv.ve

Lista de Enlaces Nacionales de la Red Latinoamericana del Vetiver

La Red Latinoamericana del Vetiver

Dr. Oscar Rodríguez - Coordinador
Sociedad Conservacionista Aragua
Apartado Postal 5067.
El Limón-Maracay 2105
Venezuela
Teléfono/fax: (58) 0243 2831734
Email: red_vetiver@hotmail.com

RBV - Rede Brasil Vetiver

Eng. Rogério de Souza Lima
Caixa Postal 33130
Rio de Janeiro, RJ
CEP 22442-970
BRASIL
Telefone: 55.21.96259951 (celular)
Email: brasilvervetiver@hotmail.com
Homepage: brasilvervetiver.homepage.com

Ecuador

Piet Sabbe
Presidente BOSPAS
Casa Dobronski
Calle Guanhuiltagua N 34 - 457
Quito - ECUADOR
Tel. (beeper): 02 22 77 77 (receptor 887)
Email: bospas@hotmail.com

Perú

Dr. Julio Alegre
Av. La Universidad 795 La Molina
Lima, PERU
Apartado 1558
Tel: 51-1-3486017 Anexo 2117
Fax: 51-1-3495638
Email: j.alegre@cgiar.org

Región Andina (Chile, Perú, Bolivia, Argentina, Uruguay)

Mauricio César Calderón Sánchez
Cuevas N° 480
Rancagua
Chile
Email: rialmoca@conaf.cl
Tel: 56 - 72 - 231936

Red Chilena del Vetiver

Ing. Pablo Molina B.
Manuel Antonio Maira 1011 Depto. 18
Providencia - Santiago de CHILE
Teléfono: (56) (2) 22 59 146 - 09 4404425
Fax: (56) (2) 69 63 180
Email: vetchile@uol.cl

Venezuela

Prof. Gerardo Yépez Tamayo.
Red Venezolana de Vetiver / SCA
Apto. 5115
El Limón - Maracay
VENEZUELA
Tel/fax: (0243) 2831734
Email: socoa@socooa.org.ve

México

Nicholas Dolphin y Ana María Le Moing
LASOS - Lazos para los Suelos Agua y Semillas de Oaxaca, A.C.
Apdo. Postal 124
Oaxaca, Oax. CP 68000
MEXICO
Tel/Fax: 52-951 4 34 94 Tel: 52-951 1 05 65
Email: Lasosac@yahoo.com

El Salvador y Nicaragua

Ing. Ronald Chávez
NOBS Antierosión
Km 21 carretera a Santa Ana
Colón, La Libertad
EL SALVADOR
Tel: (503) 338-4367
Fax: (503) 223-9823
Email: nobsv@navegante.com.sv

Panamá

José Luis García B.
Ave. Pablo Arosemena,
4847
Aguadulce - Provincia de Coclé
Rep. de Panamá
Tel: 997- 5365; fax: 998-4638 (oficina del MIDA en Santiago, por ahora)
Email: cuty_99_1950@yahoo.com

Colombia

Ing. Octavio Torres Jimenez
A. Aereo 51748
Barranquilla
Colombia
Tel: Res 5-3553183; Cel 033-6317583; FAX 5-3606251
Email: ambyagro@LatinMail.com

Costa Rica

Linda Moyher/Ernesto Carman
Finca Cristina
Apartado 1
Paraíso 1-7100
COSTA RICA
Email: organic@racsa.co.cr

Anuncio sobre el curso de elaboración de artesanía con Vetiver

La Oficina Real de Proyectos de Desarrollo (ORDPB-Office of the Royal Development Projects Board de Tailandia) se complace en anunciar su fuerte y sincero deseo de realizar un curso de entrenamiento sobre la elaboración de artesanía con vetiver, para satisfacer las demandas de muchos países usuarios del vetiver. La ORDPB invita a todos los usuarios del vetiver interesados en otras aplicaciones de esta planta, más allá de sus usos en control de la erosión, que envíen sus solicitudes para participar en este curso el cual tiene un cupo limitado a 10-15 personas. Los expertos

Tailandesa en el campo de la utilización del vetiver para la elaboración de artesanías están deseosos y dispuestos de transmitir su conocimiento a los participantes y al mismo tiempo, compartir la experiencia de los participantes. La fecha del curso de entrenamiento para la elaboración de artesanías con vetiver es tentativamente del 11 al 25 de Noviembre del 2002.

Con respecto a los fondos de apoyo, desafortunadamente, la ORDPB no ha tenido éxito en encontrar una fuente de fondos para apoyar la organización del curso. Por lo tanto,

sera necesario cobrar la inscripción por un monto de 500 US \$ por participante sin incluir los gastos de traslado internacional. Por favor, tengan en cuenta que para el éxito del curso deberá contarse con al menos 10 participantes asistiendo al mismo. Se les invita a los interesados a enviar una carta de solicitud de participación antes del 31 de Julio del presente año, a la dirección postal: The Office of the Royal Development Projects Board, 78 Rajdamnern Nok Avenue, Dusit, Bangkok 10300, Thailand; by Fax.(66-2) 2806206; o via e-mail: vetiver@mail.rdpb.go.th.

The Vetiver Network, 3601 N. 14th St., Arlington, VA-22201 USA.

vetiver@vetiver.org

<http://www.vetiver.org>

Joan Miller, Coordinadora.

James Smyle, Presidente.

La Red Latinoamericana del Vetiver

Dr. Oscar Rodríguez – Coordinador.

Sociedad Conservacionista Aragua.

Apartado Postal 5067.

El Limón-Maracay 2105.

Venezuela

Teléfono/fax: (58) 0243 2831734

Correo Aéreo.

Boletín Vetiver. Nº 10.