

# Boletín Vetiver

MARACAY, VENEZUELA.

AGOSTO 2010.

NÚMERO 15

## Publicación divulgativa de la red Latinoamericana del Vetiver

Maracay, Venezuela  
[red.latinamericana.vetiver@gmail.com](mailto:red.latinamericana.vetiver@gmail.com)

### Colaboraron en la edición de este número:

Prof. Gerardo Yépez Tamayo  
[redvetiver@gmail.com](mailto:redvetiver@gmail.com)  
[bioambientes@gmail.com](mailto:bioambientes@gmail.com)

Dr. Oswaldo Luque  
[Oluque1@cantv.net](mailto:Oluque1@cantv.net)

Dr. Oscar Rodríguez  
 Coordinador de la Red Latinoamericana del Vetiver  
[osrp@telcel.net.ve](mailto:osrp@telcel.net.ve)

Prof. Oscar Silva  
[silvao@agr.ucv.ve](mailto:silvao@agr.ucv.ve)

Ing. Evangelina Arcaná  
[eva.arcana@yahoo.es](mailto:eva.arcana@yahoo.es)

## INDICE

	P
★ Portada, índice.....	1
★ Editorial.....	2
★ Publicaciones realizadas sobre el uso del vetiver en la Conservación de suelos y agua.....	3
★ Primera conferencia latinoamericana de vetiver. Una esperanza verde.....	5
★ La quinta conferencia internacional sobre vetiver (icv-5). Vetiver y el cambio climático.....	6
★ Entrevista al profesor Napoleón Fernández la Paz.....	7
★ Con el Vetiver entre mis manos. Ing Evangelina Arcaná.....	10
★ Impacto de los Humedales Modulares en la Calidad del Agua en el Puerto Oceanside. Septiembre, 2008.....	12
★ Obtención del aceite esencial de vetiver <i>Chrysopogon zizanioides</i> (L) Roberty, usando extracción supercrítica y extracción convencional.....	16
★ Secuestro de carbono atmosférico en los horizontes del subsuelo mediante pastos de raíces profundas modelo del pasto vetiver.....	24
★ Efecto del Sistema Vetiver ( <i>Chrysopogon zizanioides</i> L) sobre algunas propiedades físicas del suelo con moderados problemas de compactación.....	28
★ Producción de vetiver ( <i>Chrysopogon zizanioides</i> L.) con fines de restauración de suelos usando diferentes densidades de siembra en suelos de origen lacustrino del Lago de Valencia.....	34
★ Establecimiento y evaluación de la colección de vetiver ( <i>Chrysopogon zizanioides</i> y <i>C. nemoralis</i> ), en ocho localidades de Venezuela.....	39
★ Todo un éxito en el "Segundo Simposio Venezolano de Vetiver".....	46



## I<sup>a</sup> Conferencia Latinoamericana del Vetiver

[www.conferenciavetiver.cl](http://www.conferenciavetiver.cl) Una esperanza verde...

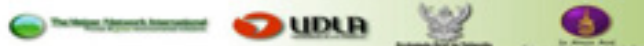
Los invitamos a participar de esta conferencia desde el 14 al 16 de octubre de 2010  
 Lugar: Universidad de Las Américas, Manuel Montt 948, Providencia, Santiago de Chile

Evento presidido e inaugurado por: Su Alteza Real la Princesa Maha Chakri Sirindhorn de Tailandia, "Patrona Mundial del Vetiver"

Organizan:



Colaboran:



Patrocinado por:



El Vetiver es un de las plantas más útiles del mundo heredada por culturas milenarias y con múltiples aplicaciones socioambientales

# EDITORIAL

A casi 25 años de haber sido publicado el "librito verde", famoso manual de bolsillo publicado por el Banco Mundial que explica de manera sencilla el uso del vetiver para el control de la erosión y al cual se debe en buena parte la difusión de las bondades del sistema vetiver a nivel mundial, siendo reconocido su autor, John Greenfield, por la Asociación Mundial de Conservación de Suelos con el premio Norman Hudson 2006; y a casi 15 años de haberse creado la Red Mundial y Latinoamericana del Vetiver gracias al esfuerzo desinteresado de Richard Grimshaw, su fundador; los progresos e innovaciones logrados con el sistema vetiver han traspasado fronteras y alcanzado niveles de desempeño extraordinarios, que van mucho más lejos de las aplicaciones en conservación de suelos y agua, extendiéndose a la bioingeniería, en especial la estabilización de laderas y protección de infraestructuras; la fitorremediación para la prevención y tratamiento de aguas contaminadas, la mitigación de desastres, en jardinería y paisajismo, y también el aprovechamiento de las partes cosechadas para la elaboración de artesanías, productos industriales, alimentación animal y nuevos usos que se plantean cada día. Todas esas aplicaciones y usos, hacen del vetiver, sin duda, una herramienta para la protección ambiental y el desarrollo comunitario.

Toda esta dinámica ha sido impulsada por diversas publicaciones, páginas web, blogs, redes, grupos de discusión, talleres y eventos, entre los más significativos los congresos internacionales (ICV) iniciados en

Tailandia y China, habiéndose celebrado el último en Caracas, Venezuela en el año 2006. En el presente año tendremos la gran oportunidad de reunir a los latinoamericanos en la Primera Conferencia Latinoamericana sobre Vetiver a realizarse en Santiago de Chile del 14 al 16 de Octubre, gracias a los magníficos esfuerzos de Carolina Rivas, Coordinadora de la Red Chilena del Vetiver, para organizar este evento el cual contará con la visita de la Princesa de Tailandia y Patrona de la Red Mundial del Vetiver. El próximo año, en Lucknow, India, del 29 al 31 de Octubre, se celebrará la Quinta conferencia internacional sobre Vetiver. Sobre ambos eventos se amplían detalles en este boletín. También a nivel local, en Venezuela se celebró este año el Segundo Simposio sobre Vetiver el 18 de Junio en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay.

La aparición del Manual en español: Aplicaciones del Sistema vetiver. Manual Técnico de Referencia; gracias al esfuerzo de varios profesores de la facultad de agronomía de la UCV en Maracay y al apoyo de la red Mundial, es oportuna y útil en estos momentos ya que amplía y actualiza los conocimientos prácticos sobre el vetiver, sin menoscabo del original librito verde, que sigue siendo un material divulgativo maravilloso. La reseña sobre este manual y sobre un libro de conservación de suelos y agua escrito por el Prof. Oscar Rodríguez aparecen en este boletín que esperamos les ponga al día con todo lo que está ocurriendo en el mundo del vetiver.

# PUBLICACIONES SOBRE EL USO DEL VETIVER EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Basados en la revisión de vastas cantidades de resultados de investigación y aplicación del pasto vetiver, los autores sintieron que ya era tiempo de compilar una nueva versión para reemplazar el primer manual publicado por el Banco Mundial (1987), Pasto Vetiver-La barrera contra la erosión (conocido comúnmente como el librito verde), escrito por John Greenfield. El nuevo manual cubre una mayor variedad de aplicaciones del pasto vetiver. Los autores han compartido esta idea y han recibido un apoyo entusiasta de **The Vetiver Network International-TVNI**. Las ediciones en inglés y vietnamita serán impresas primero. Este manual incluye aplicaciones del Sistema Vetiver en estabilización de tierras y protección de infraestructura, tratamiento y disposición de desechos y aguas contaminadas y la

rehabilitación y fitorremediación de tierras contaminadas. En forma similar al librito verde, este manual muestra los principios y métodos de varias aplicaciones del SV en los usos mencionados arriba. Este manual también incluye los resultados más actualizados en investigación y desarrollo, y numerosos ejemplos de resultados muy exitosos alrededor del mundo. El objetivo principal de este manual es introducir el SV a planificadores e ingenieros de diseño y a otros usuarios potenciales, que a menudo no están en conocimiento de la efectividad de los métodos de la bioingeniería y la fitorremediación.

Este libro puede ser adquirido a través de la página de TVNI: [www.vetiver.org](http://www.vetiver.org) y en el Departamento de Agronomía de la UCV en Maracay ([silvao@agr.ucv.ve](mailto:silvao@agr.ucv.ve))

*El Sistema Vetiver (SV) depende del uso de una planta tropical muy particular, el pasto vetiver (Chrysopogon odoratissimus), que ha sido estudiado y usado en más de 100 países para la conservación de suelos y agua, estabilización de pendientes, rehabilitación de tierras, control de contaminación, mejoramiento de la calidad del agua, mitigación de desastres y muchas otras aplicaciones ambientales que pueden mitigar el impacto del calentamiento global, y particularmente la crisis de alimentos que se avizora en muchas zonas del mundo en desarrollo. Adicionalmente, sus raíces tienen el potencial a formar una barrera de carbono atmosférico, y como bio-compostable para la generación de energía y de compost ecológicos. El Sistema Vetiver es fácil de usar, de bajo costo y se aplica con éxito. Este manual describe en un nivel más importante y la tecnología que lo acompaña. Esta segunda edición del manual se creó y corrigió un número de errores de la primera edición.*

*Este muy bien ilustrado manual, originalmente preparado para los usuarios vietnamitas, se ha publicado ahora para lectores a nivel mundial, y para apoyar la amplia base de información de The Vetiver Network International que puede consultarse en <http://www.vetiver.org>. Puede ser usado como manual de referencia y de campo por políticos, planificadores, ingenieros, científicos, agricultores, jardineros y cualquiera que esté involucrado en soluciones viables prácticas para ciertos problemas que enfrenta el mundo en el siglo XXI.*

**LOS AUTORES**

**Dr. Paul Truong**  
Director, The Vetiver Network International, responsable de la región Asia y Pacífico, y Director de Vetiver Consulting. El ha realizado una extensa actividad en investigación y desarrollo en los últimos 15 años en aplicaciones del SV con fines de protección ambiental. Ha sido pionero en investigación sobre la tolerancia del pasto vetiver a condiciones adversas, salinidad y metales pesados y en control de contaminación ha establecido los valores críticos en las aplicaciones del SV en desechos tóxicos, rehabilitación de ríos y tratamiento de desechos, por los cuales ha recibido numerosas reconocimientos del Banco Mundial y los del Rey de Tailandia.

**Dr. Tran Tan Van**  
Coordinador de la Red del Vetiver en Vietnam (VNVN). Como Vice-Director del Instituto de Geociencias y Recursos Minerales (VIGMR) en Vietnam, ha estado a cargo de las recomendaciones para la mitigación de desastres naturales en Vietnam. Desde el 2000, ha sido líder exitoso en la promoción y adopción generalizada del Sistema Vetiver en muchos países de Vietnam. Fue reconocido con el prestigioso premio Champion Vetiver de The Vetiver Network International.

**Dr. Elise Pinners**  
Directora Asociada de The Vetiver Network International, quien comenzó trabajando con el Sistema Vetiver en Camerún al final de los noventa. Como secretaria ejecutiva de VNVN en Vietnam contribuyó al desarrollo y promoción del Sistema Vetiver en Vietnam e internacionalmente, con su extensa experiencia, apoyo en la construcción de fondos, y mediante la introducción del SV a los municipios municipales indígenas de zonas habitadas.

*Traducido por el profesor Oscar Simón Rodríguez II y revisado por los profesores Gerardo Egoz y Oscar Silva Escobar de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela*

Publicado por The Vetiver Network International  
El Sistema Vetiver Internacional es una iniciativa sin fines de lucro sujeta de impuestos en los EE.UU. bajo el código US 501 (c)(3) dedicada a la promoción y uso mundial del Sistema Vetiver.

**APLICACIONES DEL SISTEMA VETIVER  
MANUAL TÉCNICO DE REFERENCIA**

SPANISH EDITION



**PAUL TRUONG TRAN TAN VAN ELISE PINNERS**

*Soluciones Ambientales Probadas y Verdaderas*

**Oscar Simón Rodríguez Parisca.** Ingeniero Agrónomo MSc. Ciencias del Suelo UCV, Doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad de Gante, Bélgica, Profesor Titular en Conservación de Suelos y Agua, Facultad de Agronomía, UCV. Involucrado en investigación, docencia y extensión desde 1980. Sus primeras investigaciones se enfocaron en la adaptación y validación de la ecuación universal de pérdidas de suelo en Venezuela, realizando ensayos sobre sistemas de conservación de suelos en laderas que evalúan: cultivos, barreras vivas, coberturas de residuos y otras prácticas. Realizó doctorado (1991-1995) en el ITC-Enchede, Holanda bajo la supervisión del doctor Alfred Zinck con una disertación sobre: "Conflictos de uso de tierra y estrategias de planificación en zonas periurbanas". En la Universidad Gante, Bélgica. Desde 1997 coordina cursos para graduados sobre Conservación de Suelos. Ha participado en las conferencias internacionales sobre Vetiver, realizadas en Tailandia, China, y fue miembro del Comité Organizador de la conferencia realizada en Venezuela (2006). Investigador visitante en el "Glassland Soil and Water

Research Lab" del USDA, Temple, Texas (1999-2000). Es miembro de diversas asociaciones profesionales y conservacionistas. Asesor y colaborador de diversos proyectos relacionados con restauración de tierras, inventario de recursos, conservación de Suelos, control de erosión y manejo de cuencas. En el presente año, publicó su libro **"Conservación de suelos y agua. Una premisa del desarrollo sustentable"** donde resalta la importancia del vetiver como herramienta para controlar problemas de erosión, con una serie de investigaciones en las que el vetiver dio buenas respuestas, y plantea los métodos como puede ser empleada esta planta y la manera correcta de establecerla en campo para un resultado exitoso.

Este libro puede ser adquirido en el Departamento de Agronomía de la UCV en Maracay ([silvao@agr.ucv.ve](mailto:silvao@agr.ucv.ve)) y en Librería de la Biblioteca Central, PB. Ciudad Universitaria, UCV en Caracas, ([www.lalibreriadelau.com](http://www.lalibreriadelau.com)) y en siguiente link para compras por internet: <http://www.libreriaconsulta.com/nueva/store/viewItem.asp?idProduct=3128>





# PRIMERA CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE VETIVER UNA ESPERANZA VERDE

Buscando la instancia para promover el Sistema vetiver en toda Latinoamérica, se sugiere la creación de uno de los eventos más trascendentales para el año 2010.

Proceso amparado por todos los miembros de la Red Latinoamericana del Vetiver, y apoyado ampliamente por The Vetiver Network International, que se llevará a cabo los **días 14, 15 y 16 de octubre de 2010, en el salón de Honor de la Universidad de las Américas, Manuel Montt 948, Providencia, Santiago de Chile.**

Algunos de los objetivos planteados para este encuentro internacional son:

- Presentar los últimos adelantos científicos y tecnológicos relacionados con el uso y las aplicaciones del Vetiver en el ámbito mundial y latinoamericano, mediante la participación de destacadísimos expertos que expondrán en relación con áreas temáticas seleccionadas y la presentación de trabajos libres relacionados con los temas de la conferencia.
- Destacar y ayudar a validar a nivel público el gran rol ambiental que puede cumplir el Sistema Vetiver al ser utilizado dentro de proyectos que involucran normativas ambientales.
- Resaltar el impacto social de los proyectos comunitarios que involucran el uso del vetiver en relación a la lucha contra la pobreza, la participación y el fortalecimiento

de las comunidades y sus redes sociales, el uso múltiple de la planta Vetiver, y su contribución al desarrollo sustentable en el ámbito rural y en ambientes urbanos.

- Actualizar los conocimientos sobre el uso y las aplicaciones medioambientales del Vetiver en la conservación de suelos y aguas, en particular el control de la erosión y la conservación de humedad, la gestión de cuencas, la prevención y tratamientos de la contaminación de suelos y agua, la protección de infraestructuras, el manejo integrado de competidores bióticos, la mitigación y prevención de desastres, entre otras.
- Contribuir al conocimiento básico sobre la planta del Vetiver y la aplicación de la tecnología del pasto vetiver mediante las contribuciones sobre botánica, fisiología, genética, reproducción, diseño tecnológico y otros elementos fundamentales.

Este evento estará marcado por un estilo ecológico, en que se buscarán todos los mecanismos para reducir el impacto ambiental y reducir las emisiones de carbono.

Además cuenta con la asistencia confirmada, como presidio e inauguradora de **Su Alteza Real la Princesa Maha Chakri Sirindhorn**, de Tailandia, "*Patrona Mundial del Vetiver*".

Para mayor información sobre este evento ingresar a la página:

[www.conferenciavetiver.cl](http://www.conferenciavetiver.cl)

# LA QUINTA CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE VETIVER (ICV-5) VETIVER Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Quinta Conferencia Internacional sobre Vetiver (ICV-5) se celebrará en **Lucknow, India del 29 al 31 de Octubre del 2011**. Como señala en su página web <http://icv-5.cimap.res.in>, el tema central es **vetiver y el cambio climático**. También señala que la India es el centro de origen del vetiver en donde se encuentra en su estado silvestre en las planicies tropicales y subtropicales, particularmente en los bancos de río y otras zonas pantanosas. Debido a que el vetiver es nativo de la India este país ofrece un repertorio de diversidad genética que puede servir como un valioso recurso para identificar genotipos de diseño aptos para aplicaciones específicas.

El congreso es organizado por el Instituto Central de Plantas Medicinales y Aromáticas (CIMAP) que es un laboratorio que forma parte del Consejo de Investigaciones Científicas e Industriales de la India (CSIR) y además cuenta con el apoyo de: La Fundación Chaipattana, Bangkok, Tailandia, La Oficina Real de Proyectos de Desarrollo (ORDPB), Bangkok, Tailandia, The Vetiver Network International (TVNI), The India Vetiver Network y otras agencias gubernamentales de la India (CSIR, DST, ICAR, Consejo Nacional de Plantas Medicinales, Ministerio del Ambiente y Asuntos Forestales, otros)

El programa de la conferencia se orienta hacia el tema central dando preeminencia al tema de secuestro de carbono y al uso del vetiver para la producción de biocombustible, sin descartar todos los demás temas

relacionados con la planta de vetiver como son el control de la erosión, estabilización y protección de infraestructura, la mitigación de desastres, la extracción del aceite, la producción de artesanías y otros productos, el mejoramiento genético, la fitorremediación para la prevención y tratamiento de suelos y agua contaminados, y un tema innovador, el modelo de servicios ecosistémicos (enfoque integrado de la utilización de los productos alternativos del vetiver para el desarrollo comunitario y la lucha contra la pobreza).

Se realizarán ponencias magistrales en sesión plenaria, sesiones concurrentes, sesión de carteles y exhibición, y se realizarán excursiones para visitar sitios de producción de plantas, extracción del vetiver y un perfil para observar el crecimiento de las raíces y discutir un modelo para estimar el secuestro de carbono. Como ya es tradición se hará la entrega de los premios vetiver Rey de Tailandia y de TVNI Internacional a los trabajos y organizaciones que se han destacado en la Investigación y desarrollo sobre Vetiver y en la diseminación del Sistema Vetiver.

Para más información dirigirse a:

ICV-5 Secretariat (attn: Dr. U. C. Lavania)  
Central Institute of Medicinal and Aromatic  
Plants  
P.O. - CIMAP, Near Kukrail Picnic Spot,  
Lucknow - 226 015, India  
Phone : +91 - 522 - 2717435  
Fax: +91 - 522 - 2342666  
<http://icv-5.cimap.res.in>  
Email: [icv-5@cimap.res.in](mailto:icv-5@cimap.res.in)

## ENTREVISTA AL PROFESOR NAPOLEÓN FERNÁNDEZ

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía,  
Maracay, Venezuela

El profesor Napoleón Fernández de la Paz es uno de los investigadores del país que ha dedicado más tiempo a lo largo de su vida profesional al estudio de los usos del vetiver en la conservación de los suelos.

Tuve el agrado de conversar con él y hacerle algunas preguntas sobre su importante experiencia, las cuales se presento a continuación:

**Ing. Evangelina:** ¿Cuál ha sido su trayectoria profesional relativa al uso de esta planta?

**Prof. Napoleón:** Me gradué de ingeniero agrónomo a finales del año 69 y comencé a trabajar en la Facultad de Agronomía en el 70, adscrito por concurso a la cátedra de Conservación de Suelos y Agua. Inicio mis actividades de campo en la Estación Experimental Bajo Seco de la Facultad de Agronomía de la UCV, con un proyecto de Pinos en colaboración con el Instituto de Silvicultura de la ULA, que consistió en el estudio de adaptabilidad de diferentes especies y procedencias de pinos, además de la siembra extensiva de varias especies ya probadas en el país. Simultáneamente se inician diferentes trabajos utilizando prácticas de conservación, entre ellas barreras vivas de vetiver, para observar su comportamiento. Posteriormente realicé una Maestría en Manejo de Cuencas en la Facultad de Ciencias Forestales de la ULA y CIDIAT. A partir de 1983 inicio un proyecto de evaluación del proceso de erosión hídrica, siendo este tipo de trabajo uno de los primeros que se realizan en el país, donde se cuantificó



Profesor Napoleón Fernández

la eficiencia de diferentes prácticas de conservación de suelo en diferentes cultivos hortícolas y permanentes y en donde el vetiver jugó un papel importante. Los resultados de estas experiencias han sido presentados en diferentes congresos nacionales e internacionales y publicados en los alcances 37 y 47 de la Revista de la Facultad de Agronomía. Después de 26 años de docencia e investigación me jubilé y pase a ser Asesor en el área ambiental en Palmaven, filial de PDVSA hasta el 2002, donde se realizaron más de 250 diagnósticos y formularon proyectos de restauración. Durante 7 años se hicieron muchos recorridos en todo el país, en las áreas de producción y trasmisión de petróleo y gas y de esos proyectos fueron ejecutados más del 90% por empresas contratistas. La mayoría de ellos fueron sustentados en la combinación de medidas mecánicas y prácticas vegetativas y en algunas de éstas el

vetiver ocupó algún espacio, a pesar de que aún no estaba tan generalizado su uso. Desde el año 82 hasta ahora, he participado en casi todos los congresos nacionales de suelo y latinoamericanos y en dos congresos mundiales, más la actividad docente que aun mantengo en el área de pre y postgrado de la Facultad de Agronomía.

**Ing. Evangelina: ¿Qué lo motivó a trabajar con el vetiver?**

**Prof. Napoleón:** Eso es interesante porque, se comentaba que el vetiver era una planta antierosiva, mas no se conocía bien en ese contexto en esa época en el país. En el año 70 más o menos, el profesor Jaime Henao Jaramillo, especialista en café, introduce a la Estación Experimental el Laurel, un material de vetiver, que al parecer provenía de Yaracuy o Carabobo y establece una serie de barreras vivas en las siembras comerciales de café, las cuales se desarrollaron muy bien. Viendo esa experiencia, solicité a esa estación, material de propagación y lo introduje a la Estación Experimental de Bajo Seco, donde se plantaron varias barreras de observación en cultivos hortícolas y durazno y posteriormente se hicieron ensayos ya de medición de sedimentos en parcelas de erosión, donde hay varios trabajos publicados. Posteriormente el Profesor Oscar Rodríguez, continúa estas evaluaciones e incorpora algunos tesisistas, pero el foco fundamental era el control de la erosión. En ese momento no se conocía en el país el bum del vetiver en la artesanía, se sabía sí, que se podía extraer perfumes y era plaguicida, pero había poca difusión de eso. Después de las 4 conferencias mundiales de vetiver, este ha tenido mucha difusión a nivel mundial, pero en nuestro país ha expandido gracias a la actividad que ha hecho la Red Latinoamericana de vetiver y motorizada por Oscar. Si no

hubiera sido por Oscar, no habiéramos llegado tan lejos como llegamos con el vetiver a nivel regional, porque el vetiver lo teníamos como muy confinado solo a algunos trabajos de investigación. Sin embargo se conoce desde hace muchos años en Apure, donde se dice que entró por el Orinoco, muy usado en la construcción de viviendas en Achaguas, pero no desde el punto de vista de la investigación. Las primeras investigaciones que realmente se hacen sobre el vetiver en el país, ocurren en la Estación Experimental Bajo Seco de la Facultad de Agronomía y fue con fines de control de erosión, evaluándose en conjunto con otras prácticas de conservación. En los últimos años se ha ampliado el horizonte de investigación sobre el vetiver en el país, especialmente en el área de propagación, en biorremediación, tratamiento de aguas, bioingeniería, mejora de características físicas del suelo y evaluación de ecotipos.

**Ing. Evangelina: ¿Cuál es el aporte que considera más resaltante de sus trabajos de investigación?**

**Prof. Napoleón:** Lo más importante que se obtuvo fueron los resultados de pérdidas de suelo y agua en varios cultivos hortícolas como zanahoria, remolacha, ajo, repollo, coliflor, lechuga y papa, en donde se evaluaron barreras de vetiver solas o en combinación con prácticas mecánicas, las cuales consistían en surcos o platabandas de siembra. El resultado que te puedo resaltar allí es que cuando la barrera de vetiver está bien formada, se puede evitar la pérdida de suelo en más del 98%, al mismo tiempo que se reduce notablemente la pérdida de agua, la cual se retiene en un alto porcentaje y se infiltra. El aporte fundamental es ese, comprobar su eficiencia como una planta antierosiva por excelencia. Posteriormente se hacen algunas

aplicaciones de vetiver para proteger obras hidráulicas como diques, canales y muros en los proyectos de restauración ejecutados por Palmaven, pero sin una investigación detallada ni una evaluación precisa, sino que ésta se hizo a través de la observación directa, pudiéndose comprobar su efectividad en la protección de dichas obras.

**Ing. Evangelina:** ¿Qué aspectos considera que deben ser investigados o profundizados referentes al uso del vetiver?

**Prof. Napoleón:** Sobre el vetiver se han investigado muchas cosas, sin embargo falta algunas cosas puntuales, por ejemplo se sabe que el vetiver es una planta que aguanta condiciones extremas de estrés, salinidad, de alcalinidad, de pH, sin embargo todas esas investigaciones se han hecho fundamentalmente con el *Chrysopogon zizanioides*. Luego del trabajo de evaluación preliminar de los ecotipos nuevos, hay algunos de ellos que pudieran ser utilizados, como posibles alternativas al *zizanioides* para usos de conservación entre otros; sin embargo hasta ahora no se han evaluado estos aspectos de resistencia a ciertas condiciones extremas, siendo una inquietud que he tenido de evaluar hasta donde algunos de esos materiales puede soportar salinidad. Se ha reportado en el caso del *zizanioides*, que tolera altas concentraciones de salinidad: 17 -18 *dsm*, que es casi la mitad del contenido en el agua del mar, que es de más de 40 *dsm*. Yo llevé unos esquejes de este material en la zona de Zazárida, estado Falcón y lo sembraron a unos 20 metros de la playa, en arena pura y se les indicó que lo regaran todos los días con un poquitito de agua, ya que el problema de esa zona es la falta de agua de consumo humano, que es salobre de

por si, a los dos meses el vetiver estaba verdecito, retoñado, y tenía una buena altura en uno de los casos que fue regado, no como en estas condiciones, pero lo que quiere decir es que si soporta condiciones de estrés fuerte. El vetiver soportó esas condiciones, creció determinada altura, lo observé como a los dos meses por que quedaba lejos y no se pudo seguir la evaluación, porque la idea era de realizar un proyecto con la fundación de la Universidad Simón Bolívar para Petrobras. Yo le formulé un proyecto a la fundación de la USB con la idea que lo presentaran a esa empresa petrolera, ya que ellos le estaban haciendo un proyecto a Petrobras, para mejorar las condiciones de vida de la comunidad de Zazárida y me invitaron para hacer un diagnóstico de los problemas de erosión y que alternativas de manejo le podía proponer. Se hizo un trabajo bien interesante, se formuló un proyecto de investigación, con todas las formalidades del caso, tratamientos, repeticiones, toda la metodología científica, se presentó y al final no fue aprobado por Petrobras. El proyecto quedó en veremos, no se realizó, pero fue eso lo que me motivó a llevar unos esquejes a Zazárida y los preparé en una bolsa con agua y papel húmedo y se las entregué a 3 pescadores de la zona que la sembraron al lado de su casa, y solo uno lo cuidó como ya te dije antes, regándolo y resultó bien, pero eso fue con el ecotipo de vetiver comúnmente usado en nuestro país, de la especie *Chrysopogon zizanioides*. Sería interesante probar alguna de esas limitaciones a los otros ecotipos. Ya sobre propagación se ha hecho bastante pero todos los días salen cosas novedosas, hay muchas formas de propagación y quizás esa es una de las razones por las que el vetiver se ha difundido tanto, porque el vetiver es fácil de propagar, pero habría que seguir y tratar de conseguir algún otro tipo de propagación de las ya conocidas que

resulte más económico y más fácil para el traslado, porque unos de los problemas que tiene el vetiver es que si no se traslada en las condiciones apropiadas, si no se evita que se deshidrate, evidentemente que tiene sus problemitas, porque falla. A mí mismo me ha fallado. Una vez sembré en Guárico un material llevado en un camión, que llegó afectado por el sol y hubo mucha pérdida, por falta de riego. Yo creo que una de las alternativas es usar unas mangas, un tipo de manga que constituya ya una barrera de un metro, que se lleve de una vez al sitio y ya esté formada como una fajina, hecha con material biodegradable para que no haya que sacarlas de ahí, construida con una mezcla de aserrín con coco y con pasto, es una especie de biomanta. Allí se colocan los esquejes y cuando estén enraizados se coloca la manga completa en suelo. A veces se ha usado mangas pero de material sintético y al sacarlas para trasplantarlas se le está quitando el sustrato a las plantas y se están perturbando. Una situación importante en la propagación del vetiver puede ser mantener el sustrato con micorrizas, como se hace con las

coníferas. Cuando realizamos la siembra de unos 30.000 pinos en Bajo Seco, me empapé mucho de todo el proceso de propagación y micorrización en los pinos. La micorriza se preparaba en tambores de 200 lts. Se tomaban unas 6 paladas de tierra de la siembra de pinos y se mezclaban con el agua y con eso se regaba semanalmente las plántulas del vivero y al momento del trasplante se llevaban al campo con la micorriza incorporada. Eso mismo se podría ensayar con el vetiver para ver el efecto, tomando suelo de plantaciones adultas y hacer un proceso similar al trabajo que se presentó en el II Simposio de vetiver. Lo vi bien interesante, por lo que creo que eso se puede hacer a nivel de vivero y llevar ya los esquejes inoculados a campo. Esto pudiera constituir una línea de investigación. Lo estoy asociando con lo que ocurre con el caso de las coníferas.

Entrevista realizada por la Ingeniera Agrónoma Evangelina Arcaná, el 28 de junio del año 2010.

## **“CON EL VETIVER ENTRE MIS MANOS”**

Ingeniera Agrónoma Evangelina Arcaná  
El Limón, Maracay, Venezuela

Desde mi infancia, siempre tuve un gran amor y respeto por los árboles que nos dan sombra, por las verdes y majestuosas montañas que rodean la pequeña, pero creciente ciudad del Limón, agradeciendo la dicha de tener una hermosa selva nublada tan cerca, tan solo con ascender 20 minutos por la carretera, *el paraíso al alcance de todos*, un verdadero regalo de Dios. Un profundo dolor en mi corazón de niña, cada vez que el rugir de alguna sierra

rasgaba el aire hasta mis oídos, destrozando en segundos poderosos árboles, que duraron décadas en llenarse de vida, en llenarse de nidos y de hojas verdes, que colman de oxígeno el aire que respiramos. Un profundo dolor en mi corazón de niña cada vez que el imprudente fuego, causado por mentes inconscientes o descuidadas, invadía las montañas destruyendo a su paso cuanto encontrara con sus impetuosas llamas, arrastrando la

muerte de inocentes criaturas, desdichadas de no poder escapar.

Supe entonces mi vocación, me incliné a una formación profesional que me diera herramientas para entender el funcionamiento y el equilibrio de la vida sobre el planeta. Agronomía, una ciencia aplicada tan necesaria para el alimento de todos, y una actividad tan delicada, que si se realiza con cuidado puede ser creadora de sustento y bienestar, pero que si se lleva a cabo sin conciencia puede destruir y contaminar todo el espacio.

Aquí es donde el VETIVER, denominada por sus conocedores: *una planta milagrosa*, me dio tantas respuestas, porque supe al conocerla que sí es posible la siembra sin la destrucción de los suelos, la protección de los cultivos en laderas, el mejoramiento de los suelos degradados, el tratamiento de las aguas descartadas, contaminadas de desechos, intoxicadas y portadoras de enfermedades. Sí es posible una herramienta para arreglar tantos destrozos y para llevar a cabo las actividades de la agricultura sin dejar finalmente suelos carentes de estructura, de nutrientes, compactados y sin materia orgánica, sin posibilidades de dar vida y alimento. Sí es posible recuperar los bosques desaparecidos poco a poco por el fuego, con esta planta que una vez establecida mejora las condiciones de los suelos con su presencia.

El VETIVER, me llenó de esperanzas, porque Dios, además de regalarnos el paraíso, además de darnos la capacidad de producir nuestro sustento, además de regalarnos este planeta para crecer y conocer, nos regaló esta planta, para aminorar tantos problemas. Supe entonces que coronaría mi formación con una investigación, que me concedió el grado de Ingeniera

Agrónoma y constituyó un aporte para conocer un poco más esta planta y todas las ventajas que nos ofrece.

Hoy en día, sigue latiendo dentro de mí el corazón de aquella niña, y con más fuerza porque al sostener entre mis manos una planta de VETIVER, sé que tengo la posibilidad y la esperanza de mejorar el mundo, y si el mundo fuera muy grande, al menos estoy segura de que, por donde vayan mis pasos, con esta *milagrosa planta* entre mis manos, podré mejorar los suelos que dan alimento, los bosques que dan vida y el tesoro invaluable que es el agua cristalina.



Ingeniera Agrónoma Evangelina Arcaná

## Impacto de los Humedales Modulares en la Calidad del Agua en el Puerto Oceanside. Septiembre, 2008

Michael Alberson y Tim Klein  
Geosphere Consultants, Inc 1150 Hamilton Lane  
Escondido, CA 92029/ 88-02205-A, USA

Gerente del Proyecto  
Michael Alberson; CPSWQ, CPESC, CESSWI, REA

### Basamentos

La localización de la unidad de humedal modular donde se complete el muestreo y análisis es en el área de lavado de botes en el Puerto Oceanside en Oceanside, California. El Puerto Oceanside es utilizado intensamente con docenas de botes que son lavados diariamente en una pequeña área donde se encuentra también el sitio para la disposición de los tanques sépticos (fig. 1).

El agua para lavar es usualmente agua potable que se usa para lavar los botes, el jabón no está permitido pero muchos productos de desecho alcanzan el agua que escurre y va a los desagües que drenan las aguas de lluvia (figure 2), y las cuales son tratadas mediante el dispositivo que se está evaluando – Sistema de Humedal Modular para el Filtrado de Aguas de Lluvia (MWS) antes de ser descargadas directamente en el Puerto Oceanside. Los contaminantes contenidos en las aguas de lavado pueden incluir, arena, aguas residuales del sanitario, materiales vegetales, aceites y grasas, peces muertos, productos de papel y productos como jabón y otros derivados del petróleo. Las muestras analizadas durante 2007-2008 muestran múltiples ocurrencias de Coliformes Totales sobre 1,600,000 MPN/100ml, Coliformes fecales sobre 18,755 MPN/100ml, y Enterococcus por encima de 24,196 MPN/100ml, todos los cuales están por

encima de los niveles permitidos por la ciudad de Oceanside.



Figure 1: Arriba: Humedal Modular Lineal;. Abajo: Instalación en Oceanside.

Antes de ser instalado el dispositivo de Humedal Modular, el agua del lavado de botes fue tratada con otros equipos interceptores de aguas de escorrentía en el 2002 pero los niveles de bacterias todavía excedían los niveles permitidos, y aún cuando se instalaron adicionalmente filtros antimicrobianos y se incremento el mantenimiento de las celdas separadoras durante un estudio piloto, reduciendo inicialmente los niveles de bacterias, no se obtuvo una adecuada respuesta de manera sostenida.



Figure 2: Izquierda: Señalización indicadora, Derecha: Área de lavado con la utilización de jabón.

El tejido antimicrobiano mostró un decaimiento en su efectividad en la medida en que los sedimentos y los niveles de hidrocarburos se elevaron. En respuesta a la necesidad de un dispositivo de tratamiento que abarque basura, desechos sólidos (orgánicos y no orgánicos), sedimentos, sólidos totales en suspensión ("STS"), metales (disueltos/particulados), nutrientes (disueltos/particulados), aceites, hidrocarburos, hidrocarburos policíclicos aromáticos ("PAH"), y bacterias patógenas contaminantes, la ciudad de Oceanside autorizó la instalación del dispositivo Humedal Modular en Abril de 2008. La capacidad de tratamiento máxima del dispositivo se estima que ocurra a los seis meses de instalado cuando las plantas en la cámara del humedal se han desarrollado.

### Descripción del dispositivo de tratamiento

Descrito como un LID estructural híbrido, el Sistema de Humedal Modular lineal es un sistema de tratamiento de aguas de lluvia revolucionario. Este sistema de tratamiento utiliza una combinación innovadora de procesos de tratamiento físicos pasivos y biológicos naturales, incluyendo el uso de un medio filtrante de penetración, BioMediaGREEN, el cual actúa como un medio filtrante de pre-tratamiento para el humedal de flujo subsuperficial mejorado de cuarta generación. Estos elementos combinados con otros tratamientos varios y tecnologías de

control de flujo han originado un sistema que maximiza la remoción de contaminantes y minimiza el mantenimiento.

### Ambiente de evaluación y procedimientos de prueba

El dispositivo de Humedal Modular a ser evaluado está localizado en una situación atípica. A diferencia de los eventos de lluvia que usualmente contienen altas concentraciones durante las primeras dos horas nuestro sitio posee una distribución consistente de flujos de agua a lo largo del día. Por esta razón, se tomaron muestras compuestas sobre períodos de dos horas. La intención del muestreo fue la de establecer una muestra compuesta de contaminantes.

Esto se realizó dividiendo todos los contenedores y botellas a ser llenadas para análisis en diez partes iguales. La muestra simple es tomada y luego la cantidad apropiada es medida y colocada en cada una de las botellas de muestras compuestas. Se tomaron un total de 20 muestras en el transcurso de 120 minutos, 10 en la entrada localizada en el frente del SHM (Figura 3) y 10 de la salida localizada en la tercera celda o área de descarga (Figura 4).

Esto produce dos muestras compuestas para cada evento de muestreo. Para validar la concentración media del evento, los datos del flujo fueron obtenidos mediante un medidor de flujo que medía los volúmenes utilizados en toda el área de lavado de botes. El medidor de flujo permitió medir con precisión la cantidad de agua de lavado que fluía al dispositivo SHM. El medidor de flujo no fue instalado hasta el 3 de julio por lo que no se dispuso de datos de flujo previos a esa fecha.

Se obtuvieron mediciones electrónicas de pH, TSD, Conductividad, Temperatura, Potencial de Oxido

Reducción (POR), y Turbidez. No se preveía el efecto sobre las bacterias hasta que las raíces de las plantas se extendieran hasta el fondo del SHM, es por ello que el muestreo de las bacterias no se inició hasta Julio.



Figura 3 Celda de entrada Figura 4: Salida

El análisis de bacterias para coliformes fecales, enterococcus, y *E. coli* se condujeron por la empresa Weston Solutions. Analysis for TSS, Cobre, Plomo, Zinc, N-Nitratos, y TPH los realizó el laboratorio DTEK. Todas las muestras fueron colectadas por personal de Geosphere Consultants, quienes prepararon una cadena de custodia para todas las muestras.

### Problemas de la evaluación

Las evaluaciones se iniciaron el 30 de Mayo, 2008 aproximadamente 8 semanas después de haberse instalado el dispositivo. Las plantas usadas en el sistema fueron del pasto vetiver, una planta de rápido crecimiento con largos haces de raíces. Al principio las plantas eran tan solo 8 a 10 pulgadas de alto con la misma cantidad aproximada de raíces bajo la superficie.



Foto tomada el 8 de Abril de 2008/ Tomada el 8 de Agosto, 2008/ Tomada el 29 de Septiembre, 2008

Esto significa que las plantas estaban haciendo muy poco en un principio para limpiar el flujo entrante. Al principio no se sabía si las plantas sobrevivirían un ambiente tan hostil. Pero luego de cinco meses las plantas probaron que estaban bien diseñadas para este ambiente. Algunos beneficios de estas plantas es que no producen semillas, no tienen estolones, y solo se pueden reproducir mediante la separación física de una parte de la planta.

A los cinco meses, las plantas tienen un metro de altura y el sistema de raíces está alcanzando el fondo de la celda del humedal (ver fotos). Se identificaron dos problemas claves que tienen un impacto directo en los resultados. El primero, es que a pesar de los avisos colocados, los aficionados a la navegación usan continuamente jabón para limpiar botes en el sitio de lavado que va directamente a la entrada del SHM. Esto

va a causar un incremento en una serie de contaminantes. El segundo problema es que el sitio para la descarga de los sépticos está directamente arriba de la entrada del SHM. Durante las evaluaciones, nuestro personal observe, en muchas ocasiones, que los desechos de los sépticos se descargaba directamente a los drenajes y al SHM.

Debido al uso inapropiado de los sitios de descarga de los sépticos, se prevé que las cargas bacterianas tendrán un alto grado de variabilidad. Se tienen suficientes datos de la ciudad de Oceanside que muestran que los niveles de bacterias eran altos, y a sabiendas de que el SHM no sería efectivo hasta que las plantas se desarrollaran. Se observaron raíces de las plantas en el fondo del SHM a principios de Agosto y las evaluaciones empezaron el 15 de Agosto.

## Resumen de los resultados

Se colectaron un total de diez muestras compuestas a lo largo de un periodo de cuatro meses. Las medidas de campo fueron realizadas al tomar las muestras que luego formarían parte de las muestras compuestas. Las mediciones de campo muestran que hay un impacto positivo en el pH y la Turbidez. El pH estuvo consistentemente en el lado del rango alcalino desde 6.07 a 8.56 con un promedio de 7.64. En seis de las nueve mediciones, el pH se redujo en promedio de 0.1 a 0.2 y cuando las lecturas estaban en el lado ácido en la entrada, el pH se incrementaba luego de pasar a través del SHM tanto como 0.5 cercano a neutro. La Turbidez promedio a la entrada del sistema era de 23.3 ntu y llegó a un máximo de 48.4 ntu.

El agua a la salida del sistema mostró un marcado mejoramiento en claridad promediando 8.4 ntu y con valores mínimos de 0.34 ntu. El SHM redujo la turbidez al 62% en promedio. Positivos resultados indican que el sistema está trabajando muy bien en reducir el cobre, zinc, sólidos totales en suspensión (STS), y hidrocarburos totales de petróleo (TPH). Se prevé que en la medida que el sistema madura las plantas van a realizar un mayor trabajo en la reducción de los contaminantes. El cobre, zinc y plomo tenían bajos valores al entrar al tema. El cobre en el rango entre 0.06mg/l a 0.02 mg/l, plomo < 0.10mg/l, y el zinc en el rango entre 0.11 y 0.38.

A la salida los niveles de cobre estaban en el rango <0.02a 0.03, lo que representa una reducción promedio de 52.7%. Plomo estaba entrando al sistema a niveles de concentración por debajo del límite de detección <0.10 mg/L y saliendo del sistema <0.10 mg/L, por lo que no se pudo establecer un nivel de eficiencia remoción. Los niveles de Zinc fueron también bajos a

la entrada en el rango de 0.11 a 0.38. El nivel de zinc abandonando el sistema fue reducido sustancialmente a niveles de <0.05 a 0.06. La reducción de Zinc fue en promedio de 79%. Los STS fueron reducidos significativamente por el SHM. Un análisis de tamaño de partículas realizado en el influente denotó que 82% de las partículas eran de un tamaño menor de 15 micrones; los niveles a la salida estuvieron en el rango de 0.13 a 17. La reducción de los STS promedió 81.9%. TPH, que incluye presencia en la entrada de gasolina, diesel y aceite de motor que son perceptibles a la vista. La reducción promedio de la gasolina fue de 42.5%. la reducción de diesel y aceite de motor fue del 100% durante un muestreo; no hubo concentraciones en la entrada durante otros períodos de muestreo. El nitrato-n presenta una significativa reducción en el rango de 69% a 83% en cuatro de las cinco evaluaciones realizadas. El promedio de reducción del nitrato-n fue de 76.1%. Se realizaron pruebas para tres tipos de bacterias: coliformes fecales, *E.coli*, y enterococcus. Un conjunto de muestras fue colectado el 7/7/2008. Los resultados son muy promisorios con una reducción de 84% en coliformes fecales, 79% para enterococcus, y 70% para *E. coli*. En general parece que el sistema disminuye los niveles de bacterias debido al SHM. En la medida que el sistema madura, se espera que el nivel de bacterias sea reducido aún más.

## Conclusión

Con las evaluaciones realizadas hasta el momento, podemos mostrar que el SHM tiene la capacidad de reducir cobre, zinc, STS, turbidez y TPH, bacterias y nutrientes de las aguas de escorrentía de lluvias. También tiene un impacto positivo en el pH haciendo el agua más neutra. A medida que las plantas del sistema maduran, se espera que las tasas de remoción se estabilicen.

OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE VETIVER CHRYSOPOGON  
ZIZANIOIDES (L) ROBERTY, USANDO EXTRACCIÓN SUPERCRÍTICA Y  
EXTRACCIÓN CONVENCIONAL

Corredor S., Jonamet A. y Hernández M.  
Profa. Alejandra Meza, Prof. Francisco Yáñez  
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Química.  
Caracas, Venezuela, 2009

## INTRODUCCIÓN

Unos de los aceites esenciales de más importancia usados en la industria de los cosméticos es el obtenido de las raíces de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), este aceite es muy apreciado por la industria del perfume, en el que se utiliza como fijador en varias fragancias con un olor contribuyente en las bases, como el de Rosa y Chipre. El color del extracto de vetiver va de ámbar a marrón oscuro, y en él se pueden distinguir diferentes aromas como dulce, tierra y madera. Además, el vetiver puede ser aplicado en los productos alimenticios como un agente aromatizador de espárragos en conserva y guisantes, y como agente de sabor en bebidas.

Los métodos de extracción usados tradicionalmente para la elaboración del aceite esencial de vetiver es la destilación con vapor de agua e hidrodestilación, en donde se obtienen muestras con alto contenido de solvente. Por esta razón es necesario investigar nuevos procedimientos como la extracción supercrítica con CO<sub>2</sub> en donde aumente la calidad del producto final así como también el tiempo de fabricación.

Debido a la disponibilidad del dióxido de carbono en el ambiente, no es inflamable, no es tóxico, se elimina fácilmente, no es costoso y su facilidad para alcanzar las condiciones supercríticas, éste se convierte en un

solvente ideal para la obtención del aceite esencial de vetiver por medio de la extracción supercrítica.

Es en este sentido que se plantea un estudio en el cual, se evaluará y comparará la extracción supercrítica con CO<sub>2</sub> y la extracción convencional para la obtención del aceite esencial de vetiver a partir de las raíces de esta planta. Este estudio permitirá determinar las mejores condiciones de extracción por medio de la evaluación de las variables claves del proceso como temperatura, presión y tiempo de residencia para la extracción supercrítica.

El objetivo general de este trabajo es: Determinar las condiciones de operación óptimas para la extracción del aceite esencial de vetiver *Chrysopogon zizanioides* (L) Roberty utilizando el proceso de Extracción Supercrítica (ESC) con CO<sub>2</sub> y extracción convencional tipo Sohlet.

## PLANTA DE VETIVER

El nombre común vetiver, es derivado del lenguaje Tamil; que significa “vetti” (cavar o cortar) y “ver” (raíces), por lo que su nombre fue otorgado gracias a las propiedades aromáticas de sus raíces (Khan 2003); mientras que el nombre específico “*zizanioides*” fue otorgado por el taxonomista sueco Carolus Linnaeus en 1771, y significa “por la orilla del río”, reflejando el hecho que la planta se encuentra comúnmente

a lo largo de los canales en la India (National Research Council, 1993; Vietmeyer y Ruskin, 1993).



Figura 1. Planta de vetiver.

### ACEITE ESENCIAL DE VETIVER

El aceite de vetiver se conoce también comercialmente como, "aceite de vetiver" (Lavania, 2003), y se obtiene a partir de las raíces aromáticas de la planta. El aceite esencial se produce en la región de la estopa de la raíz, y se extrae principalmente por hidrodestilación y destilación con vapor. El aceite esencial de vetiver se clasifica como: bálsamo, natural y sesquiterpenoide, según su consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios respectivamente. Aceite Esencial de Vetiver.

El Aceite Esencial de Vetiver se conoce comercialmente también como "aceite de vetiver" y se obtiene a partir de las raíces aromáticas de la planta. El aceite esencial se produce en la región de la estopa de la raíz, y se extrae principalmente por la destilación con arrastre de vapor. Se clasifica según su origen como un aceite esencial natural, y por presentar mayoritariamente tres unidades isoprénicas como un aceite sesquiterpénico. En la figura N° 10 se puede observar el aceite recién destilado, igualmente se observan algunas raíces de la planta vetiver y cortes transversales de la misma, donde se localiza el aceite.

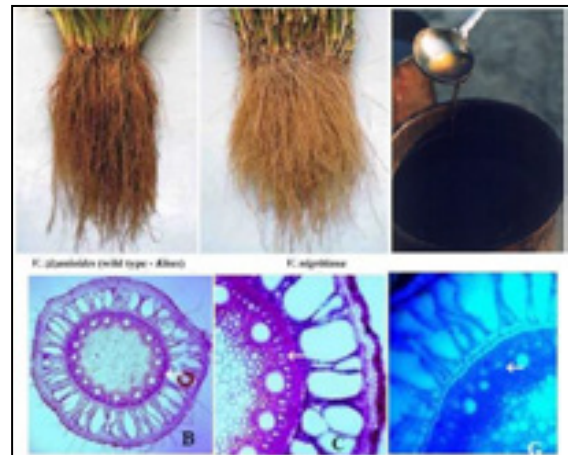


Figura 2. Raíces de dos géneros del vetiver. Aceite Esencial de Vetiver. Cortes transversales de las raíces donde se observan en azul fluorescente los sacos que contienen el aceite esencial.

### Propiedades del Aceite Esencial de Vetiver

Entre sus propiedades físicas se tiene que el aceite es un líquido entre marrón y ámbar, presenta un olor particular, profundo, dulce, leñoso, terroso, herbáceo y seco. Es uno de los aceites esenciales más viscosos y presenta un bajo índice de volatilidad (se volatiliza sobre 93°C). El aceite es insoluble en el agua, pero presenta alta solubilidad en otros aceites y en el alcohol. Presenta una alta miscibilidad con otras sustancias de la perfumería solubilizado en alcohol, por lo que se le considera como un excelente fijador en esta industria. No puede ser sintetizado artificialmente y por ello presenta un alto valor agregado en el mercado.

### Composición Química del Aceite Esencial de Vetiver

La composición química del Aceite Esencial de Vetiver es extremadamente compleja, ya que incluye alrededor de 300 tipos de compuestos de sesquiterpenos y derivados, en concentraciones variables dependiendo de su procedencia. Los valores de los compuestos presentes se encuentran en la relación que se observa en la tabla N°1.

Tabla 1. Relación porcentual de sesquiterpenos presentes típicamente en el Aceite Esencial de Vetiver.

Tipos de Sesquiterpenos	Cantidad presente (%)
Hidrocarburos	14 -37
Alcohol (vetiverol)	23 – 55
Cetonas (vetivonas)	9 – 18
Aldehídos	2 – 6
Ésteres	0 - 1,5

### Usos del aceite de vetiver:

Como característica principal de este aceite se tiene que es muy persistente y es uno de los fijadores de fragancias más fino conocido, siendo considerado por su bajo índice de volatilidad como una nota base. El aceite de vetiver es un ingrediente principal en 36 % de todos los perfumes occidentales de calidad y 20 % en las fragancias de todos los hombres (Lavanaia, 2003). Actualmente en la perfumería existen alrededor de 15 perfumes que llevan por nombre vetiver y se derivan del aceite esencial que se extrae de la planta (Figura N° 3).



Figura 3. Algunos perfumes derivados del Aceite Esencial de Vetiver. a) Vetiver por Piver LT. b) Vetiver por Etro. c) Pure Vetiver por Azzaro. d) Vetiver Guerlain por Guerlain. e) Vetiver de Puig por Antonio Puig. f) Vetiver por Jalaine. g) Vetiver por Creed. h) Herrera for men sensual por Carolina Herrera.

Además de sus usos directos de la perfumería, el aceite de vetiver en su forma diluida se utiliza extensivamente en las lociones de afeitar, ambientadores y artículos de tocador, saborizantes de jarabes, helados, cosméticos y en la preservación de alimentos.

En la aromaterapia el Aceite Esencial de Vetiver es usado debido a sus propiedades de desodorización, como humectante para piel seca y deshidratada y tiene un efecto de rejuvenecimiento en la piel madura. Posee carácter medicinal y ayuda a la cicatrización de cortes, heridas y para calmar irritaciones e inflamaciones. El aceite de vetiver fortalece el sistema nervioso central, y se emplea para combatir la depresión, el insomnio, la ansiedad, estrés, tensión y el nerviosismo; debido a esto se le suele denominar “el aceite de la tranquilidad” por su carácter relajante. También es aplicado en casos de reumatismo, lumbago, dolor de cabeza, y esguinces. La infusión de las raíces es una bebida para controlar la fiebre, la inflamación y la irritabilidad del estómago. También es considerado según recientes estudios un excelente insecticida natural debido a la existencia de compuestos de Nootkatona en su composición química, que son tóxicos para hormigas, cucarachas, termitas, etc. pero que no causa ninguna afección en los seres humanos. Esto ha permitido que se otorguen licencias comerciales para empezar a formular insecticidas con este aceite como ingrediente (Henderson et al., 2001).

## METODOLOGÍA

### Población y Muestra

La población de raíces de la planta de vetiver que se usan en este estudio proviene del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay, Edo. Aragua. En este sitio se tiene una gran cantidad de plantas de la especie *Chrysopogon zizanioides* (L) Roberty para diversos estudios y usos. La muestra fue de aproximadamente 10 plantas de vetiver de la cual se obtienen 5 kilogramos de raíces que se usan para las extracciones del aceite

- Recolección de una muestra de las raíces de vetiver de una misma fuente, como base para cada ensayo de la extracción del aceite esencial de vetiver. Esto elimina la posibilidad de que el contenido de aceite en la raíz sea variable debido a cultivos en diferentes regiones.
- Las raíces son cortadas de manera uniforme entre 2 y 5 centímetros para que la variabilidad en el tamaño de corte no represente un factor en el rendimiento del aceite recuperado como piensan algunos autores (Aggarwal et al, 1998; Nedfi, 2005).
- Las raíces no reciben ningún tipo de tratamiento previo a la extracción del aceite esencial.

#### Extracción del aceite

La extracción de aceites esenciales modernamente requiere de procesos de separación que comúnmente estudia la ingeniería química y bioquímica. La separación se realiza debido a la transferencia por difusión de uno o varios componentes cuando dos fases se ponen en contacto. Por difusión se entiende el movimiento a escala molecular de componentes químicos dentro de una sustancia de una región de alta concentración a una de baja concentración (Garmendia et al., 2004).

1. Extracción del aceite esencial por destilación con agua (hidrodestilación).
2. Extracción del aceite con un extractor tipo Soxhlet, es similar tanto para la destilación por arrastre de vapor de agua como para la destilación con solventes orgánicos (etanol, propanol y ciclohexano).
3. Separación del aceite de los diferentes solventes empleados en la destilación, mediante la evaporación de los mismos.
4. Extracción del aceite esencial mediante un fluido en condiciones supercríticas.

#### Recolección de datos

Las propiedades físicas evaluadas son la densidad del aceite y el índice de refracción; y las químicas se tiene el análisis cualitativo de compuestos y grupos de compuestos mediante los espectros de Infrarrojo (IR). En estos espectros además se comparan cualitativamente con la muestra patrón de aceite y con los solventes puros para identificar los compuestos que determinan la calidad del aceite como lo son los sesquiterpenos derivados de alcoholes y de ésteres.

Además se emplea la técnica de la entrevista, aplicado para la caracterización de las propiedades organolépticas del Aceite Esencial de Vetiver extraído mediante la colaboración de quince personas que ofrecen su opinión del aceite en términos del color, olor y apariencia. En particular el olor de las muestras se determina mediante la comparación con un Aceite Esencial de Vetiver patrón. La verificación la composición y el rendimiento de los extractos obtenidos se realizan mediante técnicas de Espectrometría de masa y Espectroscopia de Infrarrojo.

## RESULTADOS

### 1. Propiedades físicas de las muestras

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la densidad absoluta e índice de refracción, obtenidos mediante la extracción del Aceite Esencial de Vetiver por los métodos de hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor, destilación con solventes orgánicos y extracción supercrítica. Además se muestra las mismas propiedades físicas determinadas a una muestra patrón de Aceite Esencial de Vetiver comercial que proviene de la India. Para las muestras de la extracción supercrítica y la muestra patrón no aplica la cantidad de solvente utilizado para extraer la muestra.

Tabla 2. Propiedades físicas de las muestras de Aceite Esencial de Vetiver.

Método de extracción	Muestra	Cantidad de solvente (ml)	Densidad (g/ml)	Índice de Refracción (adim)
Hidrodestilación	H-1	250	0,9969	1,3340
	H-2	250	0,9937	1,3340
	H-3	500	0,9915	1,3335
	H-4	500	0,9927	1,3335
Arrastre con vapor	AV-1	250	1,0029	1,3340
	AV-2	250	1,0051	1,3335
	AV-3	500	1,0070	1,3360
	AV-4	500	1,0036	1,3355
	AV-5	1000	1,0089	1,3370
	AV-6	1000	1,0131	1,3440
Destilación con etanol	E-1	250	0,7983	1,3760
	E-2	250	0,7926	1,3680
	E-3	500	0,7966	1,3800
	E-4	500	0,815	1,4030
Destilación con propanol	P-1	250	0,7886	1,3965
	P-2	250	0,7848	1,3825
	P-3	500	0,7857	1,3845
	P-4	500	0,786	1,386
Destilación con ciclohexano	C-1	250	0,7765	1,4275
	C-2	250	0,774	1,426
	C-3	500	0,7727	1,4255
	C-4	500	0,7714	1,4255
Destilación con extracción super	ES-1	-	1,0215	1,521
	ES-2	-	1,0189	1,521
Patron	P	-	0,998	1,515

## 2. Composición química de las muestras mediante la espectrometría de Infrarrojo (IR)

Para el análisis de los compuestos químicos o grupos funcionales presentes en los espectros de Infrarrojo. Por medio del ancho y largo de la onda la cantidad de compuesto presente se define la calidad de la muestra con respecto a la muestra patrón (Aceite Esencial de Vetiver comercial). El análisis de los compuestos químicos

presentes en las muestras obtenidas mediante los diferentes procesos se realiza únicamente a aquellas muestras que tienen mayor densidad por cada método de extracción, ya que además son las que presentan mayor cantidad y se presumen de mayor calidad en el aceite. La tabla N° 3 contiene las muestras a analizar mediante las técnicas de Espectrometría de Infrarrojo con sus respectivas propiedades físicas.

Tabla 3. Muestras analizadas mediante la Espectrometría de Infrarrojo (IR).

Método de extracción	Muestra	PROPIEDADES FÍSICAS	
		Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Índice de refracción (adim.)
Hidrodestilación	H-1	0,9969	1,334
Arrastre con	AV-6	1,0131	1,344
Destilación con	E-4	0,815	1,403
Destilación con	P-1	0,7886	1,3965
Destilación con	C-1	0,7264	1,4275
Extracción	ES-1	1,0215	1,521



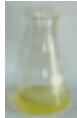




### 3. Análisis del espectro de Infrarrojo del Aceite Esencial de Vetiver comercial

El análisis de los espectros de Infrarrojos se realiza determinando las bandas de adsorción de los compuestos químicos presentes en las muestras según lo reportado en la tabla N° 11 y la bibliográfica consultada (Avram, 1972).

### 4. Propiedades organolépticas

De las encuestas realizadas para establecer las propiedades organolépticas del aceite extraído, se elabora el siguiente cuadro resumen de las respuestas más comunes reportadas por la población encuestada.

Tabla 4. Propiedades organolépticas de las muestras obtenidas

Método de extracción	Observaciones		
	Color	Olor	Apariencia
Hidrodestilación	Ámbar oscuro	Poco al patrón	Actividad microbiológica, dos fases 
Arrastre con vapor	Marrón oscuro	Medio al patrón	Actividad microbiológica. 
Destilación con etanol	Amarillo	Fuerte a alcohol, medio al patrón	Poco aceitoso, mezcla uniforme 
Destilación con propanol	Ámbar claro	Fuerte a alcohol, poco al patrón	Poco aceitoso. mezcla uniforme 
Destilación con ciclohexano	Marrón claro	Fuerte a ciclohexano, poco al patrón	Presencia de micropartículas, turbia 
Extracción supercrítica	Amarillo muy claro	Fuerte al patrón	Poco viscoso. Una sola fase 
Patrón	Amarillo	Fuerte	Aceitoso. 

### 5. Rendimiento o cantidad de aceite recuperado.

Para determinar el rendimiento del Aceite Esencial de Vetiver o la cantidad de aceite recuperado, en cada una de las pruebas realizadas se utilizan los datos de la masa de muestra obtenida,

la masa de las raíces antes de la extracción, la densidad de los solventes y la densidad del aceite.

En la tabla N° 5 se presentan los resultados obtenidos del rendimiento de aceite en porcentaje másico.

Tabla 5. Rendimiento de Aceite Esencial de Vetiver por los diferentes métodos.

Método de extracción	Muestra	Cantidad de solvente (ml)	Rendimiento (%)
Hidrodestilación	H-1	250	0,88
	H-2	250	0,75
	H-3	500	0,47
	H-4	500	0,87
Arrastre de vapor	AV-1	250	0,89
	AV-2	250	1,41
	AV-3	500	1,17
	AV-4	500	1,00
	AV-5	1000	1,68
	AV-6	1000	1,78
Extracción con Solventes Etanol	E-1	250	2,69
	E-2	250	2,29
	E-3	500	2,83
	E-4	500	3,20
Extracción con Solventes Propanol	P-1	250	2,32
	P-2	250	1,99
	P-3	500	2,49
	P-4	500	2,70
Extracción con Solventes Ciclohexano	C-1	250	1,99
	C-2	250	1,96
	C-3	500	1,92
	C-4	500	1,28
Extracción Supercrítica	ES-1	-	2,98
	ES-2	-	3,31

## 6. Calidad de las muestras de Aceite Esencial de Vetiver

Una vez determinado las propiedades físicas y organolépticas y la presencia de los grupos funcionales característicos para cada una de las muestras incluyendo al aceite patrón, se caracteriza al aceite en términos de la calidad, mediante la densidad, el olor y la presencia de los compuestos más importantes que le brindan al aceite las características deseadas fundamentalmente en la industria de los perfumes.

### CONCLUSIONES

- ✓ La densidad y el índice de refracción de los métodos de extracción por destilación se asemejan a los de los solventes empleados, por lo que no representan parámetros definitivos de comparación para determinar la cantidad o calidad del aceite.
- ✓ En el proceso de extracción del Aceite Esencial de Vetiver no existe

una relación directa entre la cantidad de solvente empleado y la cantidad del aceite extraído.

- ✓ Las muestras que presentan entre sus propiedades organolépticas mayor similitud con el aceite patrón son las obtenidas mediante la extracción con fluido supercrítico; mientras que entre los métodos de destilación la muestra que presenta mayor semejanza con el aceite patrón es la que se obtiene mediante la destilación con etanol.
- ✓ La técnica de destilación que presenta el espectro de Infrarrojo con mayores características similares a la muestra patrón es la obtenida mediante la destilación con etanol; mientras que la hidrodestilación presenta la menor cantidad de picos característicos.
- ✓ La extracción supercrítica es la técnica que presenta mayores características semejantes al

espectro patrón, determinado por la pureza de la muestra.

- ✓ La extracción con fluido supercrítico es el método que permite obtener un mayor rendimiento de Aceite Esencial de Vetiver, de segundo queda la destilación con solventes orgánicos, etanol, propanol y ciclohexano, en ese mismo orden y por último los métodos que usan agua como solvente, arrastre de vapor e hidrodestilación.
- ✓ La muestra patrón presenta una baja densidad y una baja cantidad de grupos de alcoholes en su composición química por lo que se considera de baja calidad, diferente a lo esperado de un Aceite Esencial de Vetiver de la India.
- ✓ El análisis del espectro de Infrarrojo no permite determinar con certeza la calidad del aceite en las muestras obtenidas mediante destilación debido a la presencia de los solventes empleados en el espectro de las muestras.

- ✓ La muestra obtenida mediante la extracción supercrítica presenta una alta cantidad de ácidos carboxílicos, por lo que se establece una baja calidad del Aceite Esencial de Vetiver.
- ✓ La hidrodestilación es la técnica más económica para extraer el Aceite Esencial de Vetiver, aunque presenta la menor presencia de aceite, donde los compuestos extraídos son de menor peso molecular, en su mayoría volátiles que le otorgan una baja calidad al aceite.
- ✓ Las técnicas de destilación con solventes orgánicos presentan mayores rendimientos que las técnicas que usan agua como solvente pero debido a los altos costos de producción únicamente deben ser aplicados a escala de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armas G., C. y Corredor S., J (2007). Comparación de procesos de extracción del aceite esencial del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L) Roberty). Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas. .
- Henderson, G., D.O. Heumann, R.A. Laine, L. Maistrello, B.C.R. Zhu, F. Chen. (2001). **Extracts of vetiver oil as a repellent and toxicant to ants, ticks and cockroaches. US Patent disclosure, serial number 09/932,555.**
- Greenfield, John C. (2002). Vetiver Grass. An essential grass for the conservation of planet earth. The World Bank. Washington DC.
- **Lavania. (2003). U.C. Other Uses and Utilization of Vetiver: Vetiver Oil. Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants. India.**
- Lavania, Seshu. (2003) Vetiver Root System: Search for the Ideotype. Department of Botany, Lucknow University, Lucknow – 226 007, India.
- Mukhopadhyay, Mamata. (2000). Natural Extracts Using Supercritical Carbon Dioxide. Florida. Editorial CRC Press LLC. 337 p.
- **National Research Council (NRC). (1993). Vetiver Grass: A thin green line against erosion. N. D. Vietmeyer, Editor. National Academy Press Washington DC.**
- **Nedfi. (2005). HAND BOOK ON MEDICINAL & AROMATIC PLANTS. India. Páginas 24-32**
- Ortuño, Manuel F. (2006). Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Aiyana 1º Edición. España.
- TRUONG, P. (1996). Vetiver grass for land rehabilitation. Proceedings, Vetiver: A Miracle Grass, First International Conference on Vetiver. Chiang Rai, Thailand.
- TRUONG, P., y J. Claridge. (1996). Effects of heavy metal toxicities on vetiver growth. Proceedings, Vetiver: A Miracle Grass, First International Conference on Vetiver. Chiang Rai, Thailand.
- YEPEZ Tamayo, Gerardo. (11-17 de julio de 2004). La reunión preparatoria para Cuarta Conferencia Internacional Sobre Vetiver. Fundación Polar, Caracas, Venezuela.

SECUESTRO DE CARBONO ATMOSFÉRICO EN LOS HORIZONTES DEL  
SUBSUELO MEDIANTE PASTOS DE RAÍCES PROFUNDAS  
MODELO DEL PASTO VETIVER

CURRENT SCIENCE, VOL. 97, NO. 5, 10 SEPTEMBER 2009

*U. C. Lavania y Seshu Lavania*  
Lucknow, India

Al seleccionar las estrategias para contemplar la sostenibilidad de los sumideros de carbono, y también la inmovilización a largo plazo del carbono excedente en los horizontes profundos del suelo. Los pastos de crecimiento rápido y de raíces que penetran en profundidad podrían facilitar la inmovilización de carbono atmosférico por debajo de la capa arable con pocas probabilidades de volver a la atmósfera y recuperar el carbono almacenado en el suelo. El Vetiver, un pasto C4 no invasor con un sistema de raíces profuso de rápido crecimiento, alcanzando 3 m en tan solo un año podría ser un candidato ideal a nivel global, con una capacidad de capturar 1 kg de carbono atmosférico, secuestrado anualmente y almacenado en las profundidades del suelo desde un área en la superficie de 1 m<sup>2</sup>.

Se cree que el incremento del nivel de CO<sub>2</sub> es la causa del calentamiento global a una alarmante tasa de 0.2°C por década con una elevación de la temperatura global promedio de 3°C para el 2100 (ref. 1). En promedio, 3.2 Gt de carbón se acumulan anualmente en la atmósfera debido a las actividades antrópicas<sup>2</sup>. La incorporación de CO<sub>2</sub> de origen antrópico en el Océano conlleva a un decrecimiento del pH del agua de mar que disminuye el estado de saturación de los minerales carbonatados, causando una acidificación que afecta de manera detrimental los organismos marinos<sup>3</sup>. Por consiguiente, se requiere que el enfoque sobre el secuestro del exceso

de carbono desde la atmósfera sea sostenible, para capturar el exceso de CO<sub>2</sub> de una manera integrada que satisfaga las normas de los ecosistemas y de los ciclos biogeoquímicos. Un conjunto de estrategias se sugieren para el secuestro de las misiones de carbono antrópico incluyendo la captura de CO<sub>2</sub> como un mineral de carbonato estable en rocas basálticas<sup>4</sup>, la conversión por pirólisis de la biomasa de las plantas en carbón negro (biocarbón) para almacenar carbono<sup>5</sup>, y protegiendo y restaurando los bosques para reducir el flujo neto de dióxido de carbono a la atmósfera<sup>6,7</sup>, pero la mitigación del carbono mediante la captura fotosintética es por mucho la propuesta más natural y sostenible, y que complementa las prioridades ambientales y los intereses socioeconómicos. El incremento fotosintético del stocks de C como carbono orgánico del suelo en los horizontes más profundos del suelo en donde la tasa de descomposición es menor, proveería de mejores oportunidades de una materia orgánica más estable como C recalcitrante, para lograr un secuestro del carbón a largo plazo. Fisher *et al.*<sup>9</sup> discuten el potencial de almacenamiento de carbono en la biosfera terrestre mediante el secuestro de CO<sub>2</sub> por pastos de raíces profundas. Nosotros sostenemos que el pasto vetiver que posee un sistema de raíces muy profundo que crece hasta 3 m en solo un año (Figura 1) podría ser un candidato global ideal que potencialmente contribuya a balancear

el ciclo del carbono compensando el efecto de las emisiones antrópicas de CO<sub>2</sub>, y también recuperando el carbono del suelo proveyendo una vía verde.



**Figura 1.** Raíces de vetiver de un año de edad En un sitio de crecimiento natural in Lucknow.

Las raíces pueden penetrar a través de capas compactas del suelo.

### **Incremento del almacenamiento de carbón en el suelo**

La conversión de los suelos de una cobertura natural a un uso agrícola ha provocado pérdidas substanciales del carbón terrestre. Se piensa que los suelos han perdido entre 40 y 90 millardos de toneladas de carbón globalmente debido a la intervención y los cultivos<sup>10</sup>. Incluso las siembras de cultivos para biocombustibles considerados como compensación de emisiones por combustibles fósiles se realiza a expensas de vegetación existente, tierras de cultivo y sumideros de carbono del suelo. De esa forma, el carbono almacenado en el suelo está en mayor riesgo debido a los cambios de uso de la tierra. En consecuencia, prácticas de uso de la tierra muy sensibles, como la agricultura de no labranza que minimiza las pérdidas de carbono del suelo y resulta en mayores retornos de carbono al suelo<sup>11</sup>, y la protección y restauración de los bosques que ayudan a secuestrar grandes cantidades de carbono en comparación con las emisiones evitadas por el uso de biocombustibles líquidos<sup>6</sup>, mejorarían significativamente el almacenamiento de carbono terrestre y también a reducir el carbono en la atmósfera. Es por ello, que al seleccionar las estrategias para asumir los retos del cambio climático global, hay una necesidad de incrementar el almacenamiento de carbono en el suelo, y de fijar en el largo plazo el exceso de carbono en los horizontes profundos del suelo. La asimilación fotosintética del carbono atmosférico y la translocación de fotoasimilados a las raíces no solo ayuda a atrapar el exceso de CO<sub>2</sub> en capas de suelo más profundas, sino que también puede reponer parcialmente el carbón orgánico del suelo en el largo plazo. Todavía más, la actividad microbológica en la zona radicular es responsable del secuestro

de carbono atmosférico en forma mineral en el suelo. Aunque el carbono orgánico de las raíces que mueren en la capa arable se puede oxidar y reciclar a la atmósfera, las raíces penetrantes pueden facilitar el almacenamiento a largo plazo de las principales fracciones de carbono en los horizontes profundos del suelo. Se ha demostrado que pastos con raíces de 1 m de profundidad, ej. *Andropogon gayanus* secuestran cantidades significativas de carbono orgánico en lo profundo del suelo con un estimado de fijación de 100–500 Mt de carbón por año para un estimado de superficie de 35 Mha – una parte substancial del almacenamiento perdido en las sabanas de Suramérica<sup>9</sup>. La eficiencia de captura del carbono fotosintético puede ser mayor cuando las raíces crecen más rápido y profundo, y la arquitectura de las raíces es fibrosa y penetra un mayor volumen de suelo. Esto provee un sistema natural para secuestrar carbono en las capas profundas del suelo con probabilidades reducidas de ser reciclado a la atmósfera, comparado con la producción de biocarbón que requiere pirolisis de la biomasa para atrapar el carbono.

### **El pasto Vetiver como un candidato natural**

Vetiver, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, syn *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty – un pasto C4 perenne es una de esas especies que puede desarrollarse globalmente desde climas tropicales hasta mediterráneos. Este pasto se ajusta bien en un modelo de servicios del ecosistema contribuyendo a las economías regionales y globales debido a sus múltiples aplicaciones ambientales ([www.vetiver.org](http://www.vetiver.org)), y ofrece oportunidades sustentables para el secuestro de carbono.

Un pasto nativo de la India, inicialmente valorado por su aceite aromático, el vetiver es ampliamente utilizado hoy en día en conservación de suelos,

rehabilitación de tierras y mitigación de la contaminación<sup>12</sup>. Sus profusas raíces que presentan un crecimiento inicial de 3 cm por día alcanzando 2 m en solo 6 meses hasta 6 m en 3 años. Estas especies tienen una producción potencial de biomasa de 100 a 200 Mg por ha<sup>13,14</sup> – lo cual es bastante superior al compararlo con 30–40 Mg alcanzable por otras plantas eficientes en la producción de biomasa. Ej. Pasto *Miscanthus*<sup>15</sup>, *Populus* spp., *Eucalyptus* spp. y *Salix* spp.<sup>16</sup>. Mientras las partes verdes por encima del nivel del suelo pueden utilizarse para artesanías, forraje, mulch orgánico y combustible líquido con avances tecnológicos tales como la conversión de lignocelulosa a etanol<sup>17</sup> ó biocombustibles de segunda generación más potentes como el dimetilfuran<sup>18</sup>, Las raíces de crecimiento rápido que atrapan cantidades significativas de CO<sub>2</sub> atmosférico, uniformizan la distribución del carbono almacenado en el suelo debido a la naturaleza fibrosa y proveen mejores oportunidades para la acción de los microbios del suelo. Aparte del vetiver, no hay otras especies de pastos que tengan un sistema de raíces denso y de rápido crecimiento, muy apto para translocar carbono atmosférico secuestrándolo al subsuelo profundo. Sobre la base de indicios la relación de biomasa de vástago en relación a la raíz<sup>13,14,19</sup>, se estima que el vetiver podría producir potencialmente 20–30 Mg de materia seca de raíz por año. Por consiguiente, considerando la mitad de la materia seca de la raíz compuesta por carbono, este pasto tiene el potencial de añadir anualmente 1 Kg de materia seca de carbono atmosférico al pool de carbono del suelo desde un área en la superficie de 1 m<sup>2</sup>.

### **Conclusión**

El Vetiver se cultiva hoy en día en más de cien países. Se puede establecer en una variedad de ambientes desde condiciones húmedas a secas y puede

desarrollarse en un amplio rango de suelos, desde arenosos a rocosos, alcalinos o salinos<sup>20</sup>. El Vetiver no compite con los cultivos adyacentes. Al contrario, mejora los rendimientos de los cultivos al retener humedad cuando se planta en hileras en contorno. La planta no es invasora, pero en ciertas áreas, por ejemplo, en las planicies al norte de la India donde prevalece el vetiver que produce semilla, este se puede dispersar hasta ciertos límites en condiciones pantanosas. Sin embargo, los tipos de plantas que se consiguen en el sur de la India y en otras partes del mundo son, mayormente, no

productoras de semilla y se pueden propagar vegetativamente a conveniencia, sin presentar una amenaza de convertirse en maleza<sup>21</sup>. La siembra estratégica del vetiver en campos de cultivo, líneas de árboles, ríos, taludes de carreteras y vías férreas formando barreras puede contribuir potencialmente en el secuestro de carbono así como en relación al manejo eco-tecnológico de los suelos, los cultivos, sistemas agroforestales, y como una fuente de biomasa y bioenergía.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giles, J., *Nature*, 2007, **445**, 578–579.
  - Schimel, D. S., *Global Change Biol.*, 1995, **1**, 77–91.
  - Zeebe, R. E., Zachos, J. C., Caldeira, K. y Tyrrell, T., *Science*, 2008, **321**, 51–52.
  - Jayaraman, K. S., *Nature*, 2007, **445**, 350.
  - Lehmann, J., *Nature*, 2007, **447**, 143–144.
  - Righelato, R. y Spracklen, D. V., *Science*, 2007, **317**, 902.
  - Canadell, J. G. y Raupach, M. R., *Science*, 2008, **320**, 1456–1457.
  - Lorenz, K. y Lal, R., *Adv. Agron.*, 2005, **88**, 35–66.
  - Fisher, M. J., Rao, I. M., Ayarza, M. A., Lascano, C. E., Sanz, J. I., Thomas, R. J. y Vera, R. R., *Nature*, 1994, **371**, 236–238.
  - Houghton, R. A., Hackler, J. L. y Lawrence, K. T., *Science*, 1999, **285**, 574–578.
  - Reay, D., Sabine, C., Smith, P. y Hymus, G., *Nature*, 2007, **446**, 727–728.
  - Lavania, U. C., Lavania, S. y Vimala, Y., *Curr. Sci.*, 2004, **86**, 11–14.
  - Tomar, O. S. y Minhas, P. S., *Indian J. Agron.*, 2004, **49**, 207–208.
  - Truong, P. y Smeal, C., *Pacific Rim Vetiver Network Tech. Bull. No. 2003/3*, p. 19; [http://prvn.rdpb.go.th/files/technical/PRVN\\_TechBull.pdf](http://prvn.rdpb.go.th/files/technical/PRVN_TechBull.pdf)
  - Clifton-Brown, J. C., Stampfl, P. F. y Jones, M. B., *Global Change Biol.*, 2004, **10**, 509–518.
  - Wright, L. L., *Biomass Bioenergy*, 1994, **6**, 191–209.
  - Field, C. B., Campbell, J. E. y Lobell, D. B., *Trends Ecol. Evol.*, 2008, **23**, 65–72.
  - Román-Leshkov, Y., Barrett, C. J., Liu, Z. Y. and Dumesic, J. A., *Nature*, 2007, **447**, 982–985.
  - Xia, H. P., *Chemosphere*, 2004, **54**, 345–353.
  - Dudai, N., Putievsky, E., Chaimovitch, D. and Ben-Hur, M., *J. Environ. Manage.*, 2006, **81**, 63–71.
  - National Research Council, *Vetiver Grass: A Thin Green Line Against Erosion*, National Academy Press, Washington, DC, 1993, p. 169.
- U. C. Lavania\* del Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Lucknow 226 015, India; Seshu Lavania del Departamento de Botánica, Universidad de Lucknow, Lucknow 226 007, India  
\*e-mail: lavaniauc@yahoo.co.in

# EFFECTO DEL SISTEMA VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* L ) SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO CON MODERADOS PROBLEMAS DE COMPACTACIÓN.

Napoleón Fernández y Manuel Morillo  
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía,  
Instituto de Agronomía, Maracay, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos por inadecuado uso y manejo es común en muchas regiones agrícolas del país, especialmente donde se practican cultivos intensivos con un uso excesivo de mecanización y laboreo en condiciones no apropiadas de humedad (Pla, 1990; Rienzi, 1993). Esta degradación se refleja principalmente por incrementos de la densidad aparente, presentándose problemas de compactación, lo cual repercute negativamente en el resto de propiedades físicas, especialmente en la reducción de la conductividad hidráulica y del espacio poroso, condiciones éstas no deseables en la actividad agrícola, reduciendo la posibilidad de obtener rendimientos satisfactorios.

En atención a esta realidad, varias alternativas agronómicas y mecánicas han sido evaluadas, siendo su grado de efectividad variable (Rienzi, 1993; Pla, 1993; Brigard, 2000; Alcántara y Furtini, 2000, entre otros ); sin embargo hasta el presente el vetiver no ha sido incluido entre esas alternativas. Dado las características particulares de ésta planta de tener un sistema radical abundante, masivo, denso, fibroso, bien estructurado, que puede explorar hasta 3 y más m de profundidad, además de proveer un ambiente que estimula la actividad microbiológica de la rizósfera (Truong,1999; Rodríguez,1999; Chomchalow , (2003), se considera como una planta de un alto potencial que puede modificar favorablemente

algunas de las propiedades físicas del suelo que hayan sido afectadas.

## METODOLOGIA

**Lugar del ensayo:** Campo Experimental de la Facultad de Agronomía. Maracay. (**Figura 1**)

**Clima:** Bosque Seco Tropical : Temperatura y precipitación anual promedio de 26 °C y 1000 mm respectivamente.

**Suelo:** Tipic haplustol. Franco arenoso, ligeramente compactado, pH cercano a la neutralidad.



Fig.1. Ubicación del ensayo

## Diseño utilizado:

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones y cuatro tratamientos por repetición (Fotos 1 y 2). En el cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados.

**Cuadro 1:** Tratamientos

Tratamientos evaluados	Distancia de siembra (cm)
T1	20 x 20
T2	30 x 30
T3	40 x 40
T4	50 x 50



Foto 1.- Vista general del ensayo

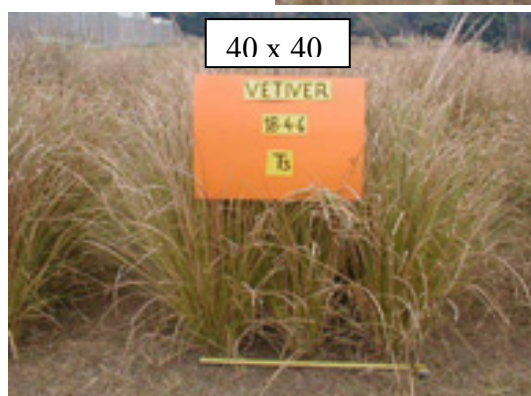
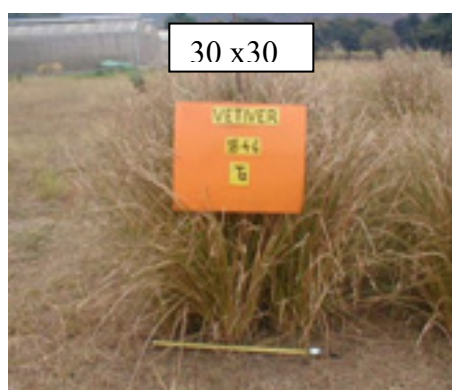


Foto 2.- Vista parcial de los tratamientos a los 10 meses de edad.

**Método de siembra:** Se sembraron 3 esquejes por punto de siembra y 9 puntos de siembra por tratamiento, previo humedecimiento en agua por 3 días y un pase de rotativa.

Se realizó una caracterización física inicial del suelo en los primeros 5cm, tomándose una muestra no alterada a cada parcela inmediatamente después de la siembra. Para ello se utilizó un toma muestra "Uhland". Al año de edad se evaluó el desarrollo de la corona de la macolla en todos los tratamientos a través de mediciones del diámetro, previa poda a unos 5 cm del suelo. En la Foto 3 se observa el rebrote a los 8 días de la poda, momento en que se tomaron dos muestras de suelo no alteradas por cada tratamiento en el centro de 4 plantas a tres profundidades. La primera profundidad se correspondió con los primeros 5 cm al igual que la caracterización inicial

donde se determinaron: Densidad aparente ( $D_a$ ), en  $\text{g.cm}^{-3}$ ; Conductividad Hidráulica ( $K_c$ ) en  $\text{cm.h}^{-1}$ ; Módulo de Ruptura (MR) en Kp; Espacio Poroso Total (EPT) en % y Macroporosidad ( $EP > 15\mu\text{m}$ ) en %. A pesar de haberse tomado muestras a otras profundidades de 10-15cm y 20-25cm, solo se presentan los resultados de los primeros 5 cm por haber realizado la caracterización inicial solo a esa profundidad, lo cual permitió hacer las comparaciones preestablecidas. (Foto 4).

El procesamiento de las muestras se hizo en el laboratorio de Edafología, según la metodología propuesta por Pla (1983). El análisis estadístico de los datos consistió en una prueba de normalidad, análisis de varianza y prueba de medias o rango múltiple de Duncan, a través del paquete estadístico SAS.



Foto 3.- Rebrote a los 8 días de la poda, antes de la toma de muestras de suelo



Foto 4.- Sitio de toma de muestra de suelo no disturbado para cada tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El desarrollo de la corona mostró una relación directa en la medida que el distanciamiento entre puntos de siembra aumenta, indicativo de una mayor producción de esquejes y un mayor desarrollo de la masa radical, lo cual sin duda trae mejoras en las condiciones del suelo.

En las fotos 5 y 6 se presentan el desarrollo de raíces del vetiver y la profundidad de exploración en un suelo a los 11 meses de edad.



Foto 5.- Desarrollo del sistema radicular del vetiver



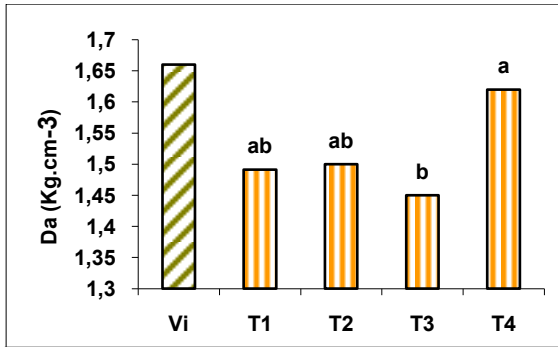
Foto 6.- Exploración de la raíz del vetiver

En las figuras de 1 al 5, se presentan los resultados obtenidos en relación a las propiedades físicas. Allí se observa que en los primeros 5 cm se presenta una leve reducción de la  $D_a$  al compararse con las condiciones iniciales, además de un incremento sustancialmente en la Conductividad hidráulica, así como los valores de

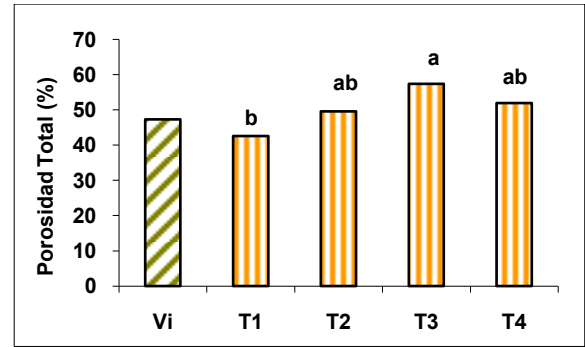
Espacio Poroso Total (EPT) y Macroporosidad ( $EP > 15 \mu m$ ).

En relación a los tratamientos (distancias de siembra) el análisis de varianza reveló diferencias significativas entre los tratamientos en los primeros cm para la  $D_a$ , EPT y MR. (**Figuras: 1, 2 y 3**), respectivamente.

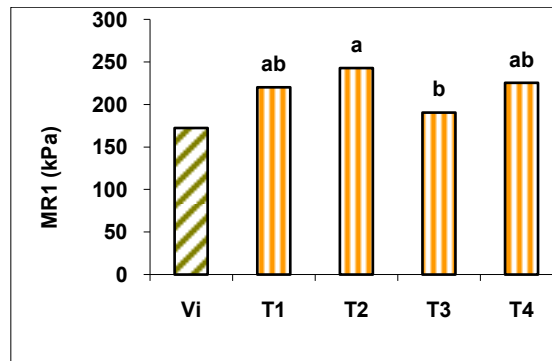
La  $D_a$ , (Fig.1) varió entre los tratamientos entre  $1.45 - 1.63 g.cm^{-3}$  correspondiendo el menor valor al T3 y resultó en todos los casos menor que la presente en las condiciones iniciales. En cuanto al EPT (**Fig. 2**), la mayoría de los tratamientos, con excepción del T1, superaron el valor inicial, que ya de por sí estaba por debajo del 50%, considerado como valor ideal. En general estos resultados se corresponden con los encontrados para la  $D_a$ . En relación al MR (**Fig. 3**) los valores de los tratamientos variaron entre 190 y 243 kPa, superando el valor inicial. Este efecto de incrementos del MR, se debe a efecto de compresión que hace la masas radical sobre el suelo, por lo que la medición de esta variable en condiciones similares no es muy determinante. Sin embargo pesar de estas diferencias, estos valores son considerados como muy bajos, si se les compara con el valor limitante de 300 kPa, señalado por Pla, 1983. En lo que respecta al resto de variables analizadas, tales como la Conductividad hidráulica ( $K_c$ ) mostrada en la **Figura 4** y la Macroporosidad ( $EP \mu m > 15$ ) en la **Figura 5**, no se observaron diferencias entre los tratamientos, pero estos presentaron valores que superaron a los iniciales. En cuanto a la  $K_c$ , ésta presentó valores muy superiores al inicial, a pesar de que este no es limitante por superar el límite crítico de  $0.2 cm.h^{-1}$  (Pla, 1983). Los valores de los tratamientos oscilaron entre 1.68 y  $3.78 cm.h^{-1}$ , observándose que esta variable fue la que tuvo cambios más relevantes, ya que superó con creces a las condiciones iniciales.



**Fig.1.** Efecto del vetiver sobre la Densidad aparente (Da) a diferentes densidades de siembra.



**Fig. 2.** Efecto del vetiver sobre la Porosidad Total (EPT) a diferentes densidades de siembra

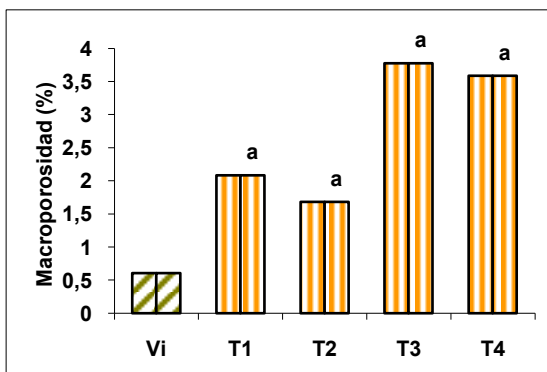


**Fig. 3.** Efecto del vetiver sobre el Módulo de Ruptura a diferentes densidades de siembra

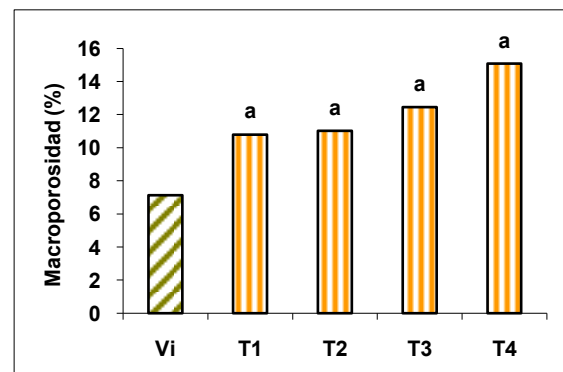
Este parámetro es esencial en la determinación cuantitativa del movimiento de agua en el suelo, el cual es afectado por las condiciones texturales y estructurales, siendo mayor en suelos porosos, menos densos y menos compactos. En este caso, la presencia de pequeños túneles ocasionados por proliferación de lombrices y numerosas raíces que promueven una mejor estructuración del suelo, sin duda son los responsables

de estos incrementos en la conductividad hidráulica.

En el caso de la Macroporosidad ( $EP > \mu m > 15$ ), que inicialmente presentó un valor inicial menor de 8%, todos los tratamientos presentaron valores superiores al 10 %, señalado como limitante por debajo del cual se pueden presentar problemas de aireación para los cultivos.



**Fig. 4.** Efecto del vetiver sobre la Conductividad Hidráulica (Kc) a diferentes densidades de siembra



**Fig. 5.** Efecto del vetiver sobre la Macroporosidad (M) a diferentes densidades de siembra

## CONCLUSIONES

- En las condiciones que prevalecieron durante este ensayo se observa que el vetiver tiene una tendencia favorable de mejorar algunas propiedades físicas del suelo al compararse con las condiciones iniciales, como es el caso de la Da, donde se observaron valores inferiores entre los tratamientos. Ello puede deberse sin lugar a dudas a su sistema radicular denso, masivo, bien estructurado el cual provee un ambiente que mejora la estructura del suelo, y que a su vez estimula la actividad de los organismos del suelo, especialmente favoreciendo una alta proliferación de lombrices y desarrollo de micorrizas, lo cual coincide con lo planteado por Truong,1999; Rodríguez,1999 y Chomchalow , 2003.

- En relación a la Macroporosidad y al Espacio Poroso Total, también se encontraron valores promedios superiores al 10 y 50 % respectivamente, superando las

condiciones iniciales, los cuales son considerados como favorables para una buena aireación del suelo.

- De igual manera se destaca un considerable aumento de la Conductividad hidráulica, (4.5 veces en comparación con la determinada inicialmente), siendo esta una de las características que mostró un mayor cambio, estando en correspondencia con el comportamiento de otras características como la reducción de la Densidad aparente e incrementos del EPT y Macroporosidad.

- Se notó sin embargo un moderado incremento en el Módulo de Ruptura pero sin alcanzar el límite crítico.

- El análisis de la varianza y la prueba de medias mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para la Da, EPT y MR, no siendo así para la Kc y EP>15 µm.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, F y A. Furtini. 2000. Adubacao verde na recuperacao da fertilidade de un Latosolo Vermelo\_Escuro degradado. (Bras) Pesquisa Agropecuaria. Vol. 35 (2): 277-288.
- Brigar, C. 2000. Coberturas, abonos verdes y rotación de cosechas en Colombia. XVI Congreso venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracaibo, Septiembre 2001.CD-ROM.
- Chomchalow, N. 2003. El Rol del Vetiver en controlar la cantidad de agua y en el tratamiento de la calidad del agua. Una panorámica con especial referencia a Tailandia. Traducción RLT. Boletín N° 11 pp. 2-17.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de manejo y conservación de suelo en condiciones tropicales. Rev. Fac. Agr. Alcance N° 32. 90 p. Maracay, Venezuela.
- Pla, I. 1990. La degradación de los suelos y el desarrollo agrícola en Venezuela. Agronomía Tropical 40 (1-3):7-27.
- Pla, I. 1993. Uso, manejo y degradación de los suelos en América Latina. En Memorias de la Segunda Reunión Bienal de la RLLC. Guanare. Venezuela. pp.19-25
- Rienzi, E.A. 1993. El efecto del cincelado sobre una capa compactada por labranzas. Relación con el momento y profundidad de labor. Argentina. En Memorias de la Segunda Reunión Bienal de la RLLC. Guanare. Venezuela. pp 369- 371.
- Rodriguez, O.1999. Experiencias recientes sobre las aplicaciones del vetiver en bioingeniería en el ámbito internacional. Memoria del Taller de Bioingeniería para la construcción. Post mith. El Salvador. pp. 23-32.
- Truong, P. 1999. Tecnología del Vetiver para la rehabilitación de minas: Boletín Técnico N° 1999/2. PRVN. Bangkok. Tailandia.

PRODUCCIÓN DE VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* L.) CON FINES DE RESTAURACIÓN DE SUELOS USANDO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN SUELOS DE ORIGEN LACUSTRINO DEL LAGO DE VALENCIA

Armando Torres U. y Napoleón Fernández de La Paz  
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía,  
Instituto de Agronomía. Maracay, Venezuela.  
napofer@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El vetiver es una planta ampliamente conocida y demandada por su multiplicidad de usos, particularmente en el área de bioingeniería, fitorremediación y en conservación de suelos en general. El hecho de tener un sistema radicular masivo, fibroso, profundo, adaptación a una diversidad de condiciones edáficas, (Truong y Baker, 1996) y (Rodríguez, 1999), y a su facilidad de propagación mediante diferentes métodos (Chomchalow, 2000), ha contribuido a favorecer su expansión a nivel mundial (Truong y Baker, 1999).

Sin embargo el éxito en su propagación en campo depende en primer lugar, de la selección del material el cual no debe estar muy lignificado, la adecuada preparación del mismo, que debe ser podado tanto la parte aérea como radicular, recomendándose sumergirlas en agua unos 3 días, y sembrar de 2 a 3 esquejes por punto de siembra, además de la existencia de humedad en el suelo, por lo que requiere el suministro de riego en el momento de su establecimiento, particularmente si se establece en época de verano (Juliard, 1999).

En el país la forma más común de su comercialización es la "macolla, sin tener estimaciones previas del número de esquejes. Este es un concepto un poco ambiguo, ya que esta varía en tamaño, según edad, distanciamiento de siembra, calidad de sitio, etc. Lo ideal sería hacerlo por el número de esquejes, cuya cantidad está en relación directa con el

diámetro o perímetro de la corona. Ambos parámetros dependen de los factores antes mencionados, pero de manera significativa del distanciamiento de siembra. Investigaciones en este sentido han encontrado que dichos indicadores aumentan al disminuir la densidad de siembra, (Juliard 1999, Fernández y Morillo 2006), pero en cambio la producción total de esquejes/ha aumentan en la medida que se usan altas densidades. En las Fotos 1 y 2 se presenta el desarrollo de una planta de vetiver (parte aérea de la macolla) y la producción de esquejes (parte radical), respectivamente)



Foto 1. Macolla de vetiver.



Foto 2. Producción de esquejes


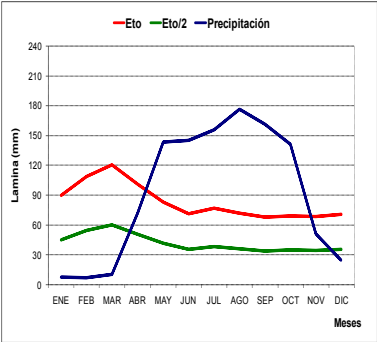

En relación a ese planteamiento se establecieron como objetivos de este trabajo evaluar el efecto del distanciamiento de siembra en la

producción de esquejes por macolla y por unidad de superficie, además de la generación de modelos matemáticos que permitan hacer razonables

estimaciones a través de parámetros sencillos de medir como el perímetro y el diámetro de la macolla a nivel de la corona.

## METODOLOGÍA

En las Fotos 3 y 4 y Fig 1, se resumen las características del sitio.

Lugar del ensayo	Clima	Suelo
Estación Experimental Samán Mocho. Estado Carabobo.	Bosque Seco Tropical, temperatura y precipitación promedio anual de 24 °C y 1053 mm respectivamente	Mollic Ustifluvents de origen lacustrino, textura franca, alto contenido de M.O y pH 7.9.
Foto 3. 	Figura 1. 	Foto 4 
Vista general del ensayo antes de la evaluación.	Períodos de Crecimiento. Serie: 1967-1990. Estación Experimental Samán Mocho.	Suelo representativo Estación Experimental Samán Mocho. Estado Carabobo.

Diseño utilizado: Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas, 3 repeticiones y 9 tratamientos por repetición, constituidos por las distancia de siembra (Cuadro 1). Fotos 5 y 6.

La fecha de siembra y evaluación coincidió con el período de crecimiento, representado en la Figura 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados y el equivalente a puntos de siembra/ha.

VARIABLES	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
DS (*)	20x30	30x30	20x50	40x30	20x70	30x50	40x50	30x70	40x70
S/SP (**)	0.06	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.20	0.21	0.28
PS/ha (***)	166.667	111.111	100.000	83.333	71.429	66.667	50.000	47.619	35.714

(\*) Distancia de siembra (cm).

(\*\*) Superficie/punto de siembra (m<sup>2</sup>)

(\*\*\*) Puntos de siembra/ha.

Método de siembra: Se utilizaron 3 esquejes por punto de siembra, de plantas maduras, previamente sumergidas en agua durante 3 días y 25 puntos de siembra por parcela para cada una de las densidades.

Evaluación: Se realizó a los 6,5 meses de edad, evaluándose la supervivencia en toda la parcela y el resto de variables en las 9 plantas "macollas" centrales.

Se hizo a los datos una prueba de normalidad, análisis de varianza y prueba de medias o rango múltiple de Duncan, a través del paquete estadístico S.A.S



Foto 5. Vista general del ensayo al momento de la evaluación



Foto 6. Evaluación de las 9 plantas centrales

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Supervivencia:

La supervivencia fue del 100 %, debido posiblemente a las previsiones que se tomaron tanto en la selección y preparación del material, como a los cuidados posteriores. Resultados similares fueron reportados por Fernández y Morillo (2006) para las condiciones de Maracay.

La altura promedio alcanzada fue de 1.90 m observándose una gran uniformidad en todos los tratamientos, sin diferencias marcadas entre ellos.

### Perímetro, diámetro y producción de esquejes/macolla:

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan los resultados para estas 3 variables. El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos para todas ellas y la prueba de medias de Duncan los separó en 6 grupos.

Estas variables están directamente relacionadas con la distancia de siembra, siendo mayores en la medida que aumenta la separación entre macollas.

En este caso el T9 (el de menor densidad de siembra) duplicó la producción de esquejes en comparación al T1, que fue el de mayor densidad. Sin embargo cuando se trata de la multiplicación de material, lo más importante es obtener la mayor cantidad de esquejes/ha efectiva de siembra, lo cual se logra con las altas densidades, como se muestra en el Cuadro 2, en donde se presenta una proyección de la producción de esquejes/ha en las diferentes densidades y la cantidad de barreras vivas factibles de sembrar con el material obtenido.

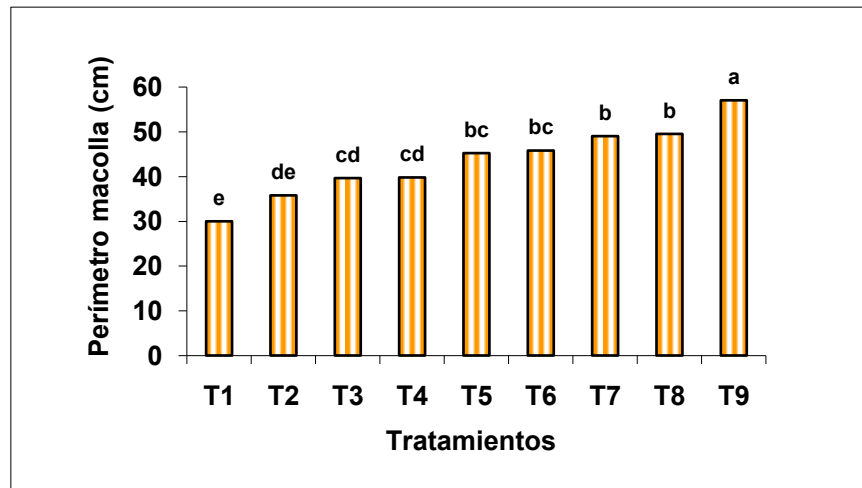


Figura 2. Perímetro de la macolla (cm) a nivel de la corona en función de la distancia de siembra.

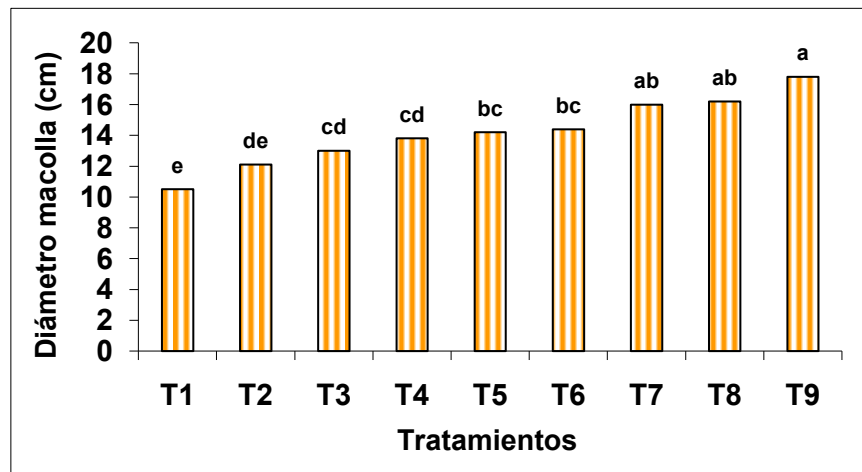


Figura 3. Diámetro de la macolla (cm) a nivel de la corona en función de la distancia de siembra.

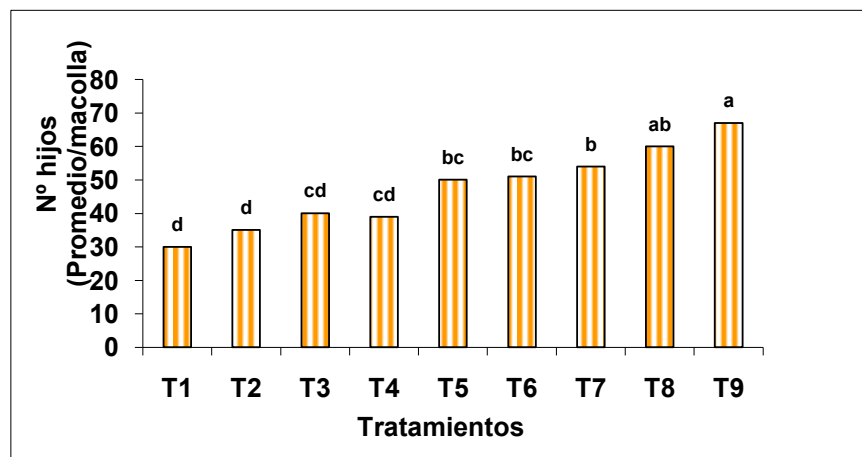


Figura 4. Número de esquejes por macolla en función de la distancia de siembra

Cuadro 2. Número de esquejes posibles de obtener por ha en las diferentes densidades ensayadas y barreras vivas factibles de siembra

VARIABLES	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Esq./ha (*)	5.000	3.889	4.000	3.250	3.571	3.400	2.700	2.857	2.393
B. V (**)	166,7	129,6	130,0	108,3	119,0	113,3	90,0	95,2	79,8

(\*)Miles; (\*\*)Km de Barreras Vivas: (3 esquejes/punto de siembra y 10 puntos de siembra/m lineal

Como se observa en el cuadro 2, la producción de esquejes/ha se reduce sensiblemente en la medida que la distancia de siembra es mayor o lo que es lo mismo densidades menores, ocurriendo todo lo contrario para las altas densidades. Esto influye en el mismo sentido cuando se trata de la factibilidad de sembrar barreras vivas.

#### Ecuaciones de predicción

Las ecuaciones obtenidas para estimar la producción de esquejes/macolla en función del perímetro y diámetro de la macolla a nivel de la corona fueron:

- 1)  $N^{\circ} E = 1,4783 P - 16,859$   
Donde:
- 2)  $N^{\circ} E = 4,6436 D - 16,854.$

$N^{\circ} E$  : Número de esquejes (cm)  
P: Perímetro de la macolla (cm)  
D: Diámetro medio corona (cm)

#### CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y las variables perímetro, diámetro y número de esquejes/macolla.
- Estas variables aumentaron significativamente en la medida que se disminuyó la densidad de siembra.
- Sin embargo la producción de esquejes/ha, aumenta en forma directa con las altas densidades de siembra.
- La producción de esquejes/macolla puede ser estimada a través de ecuaciones de regresión determinadas en función del perímetro o el diámetro de la macolla a nivel de la corona.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOMCHALOW, N. 2000. Techniques of Vetiver Propagation with Special Reference to Thailand. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand. Technical Bulletin N° 2000/1. 20 p.

- FERNÁNDEZ, N y M. MORILLO.2006. Efecto de la densidad de siembra del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) en la producción de plantas madres en condiciones de campo. IV Conferencia Internacional del Vetiver.12 p. Caracas. Venezuela. Octubre 2006.

- JULIAR, C. 1999. Prácticas óptimas recomendadas en la siembra y multiplicación de pasto Vetiver para la prevención de caminos, obras de concreto y muros de contención. Taller

de Bioingeniería para la Construcción Post Match. San Salvador. El Salvador. Anexo 3. P.1-10.

- RODRÍGUEZ, O. 1999. Experiencias recientes sobre las aplicaciones del vetiver en Bioingeniería en el ámbito Internacional. Taller de Bioingeniería para la Construcción Post Mitch. San Salvador. El Salvador. p. 23-32.

- TRUONG, P.N y D.E. BAKER. 1996. Effects of some adverse soil conditions on the growth of *Vetiveria zizanioides* L. International Conference of Vetiver: A Miracle Grass. Tailandia. 18 p.

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA COLECCIÓN DE VETIVER  
(*Chrysopogon zizanioides* y *C. nemoralis*), EN OCHO LOCALIDADES DE  
VENEZUELA.

Ing<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Evangelina Arcaná y Dr. Oscar Rodríguez  
UCV-Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela  
eva.arcana@yahoo.es; rodriguez@agr.ucv.ve

## INTRODUCCIÓN

El Vetiver es una planta de la familia Poaceas y sub-familia Panicoideae, que por sus características, su adaptabilidad y resistencia, se utiliza en muchos países para la protección y estabilización de suelos, infraestructuras, obras urbanas, carreteras o represas; para la mitigación de desastres naturales, la restauración y protección del medio ambiente, la conservación de suelos y aguas, además de otros usos como el empleo de su fibra en la elaboración de artesanías, techos de viviendas, la extracción de aceites de la raíz para usos cosméticos y medicinales, etc.

El objetivo de este trabajo fue establecer y evaluar un banco de germoplasma de diez ecotipos, provenientes de Tailandia, donados a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Edo. Aragua por la Fundación Polar. Se usó como referencia el ecotipo existente en Venezuela desde hace más de un siglo. La importancia de esta investigación radica en la necesidad de contar con material genético variado, organizado en un banco de germoplasma, disponible para realizar investigaciones acerca de sus características, su adaptabilidad y sus dones. Por esta razón se introdujo en

Venezuela una colección de diferentes ecotipos. Para estar preparados ante cualquier posible eventualidad ambiental, para poder resolver problemas específicos en la Conservación de Suelos y Aguas (CSA), o como material para el desarrollo de usos complementarios, (artesanías, industria, medicinales, otros)

Como señala Puldon (2006): Los recursos fitogenéticos son la base de la existencia de la humanidad y su utilización futura depende del valor que se les dé y de la racionalidad con la que se los maneje. Para esto son creados los bancos de germoplasma, cuyas principales actividades son: Adquisición del material, Multiplicación, Regeneración y Conservación de las plantas vivas, Caracterización, Evaluaciones preliminares y Documentación, Intercambio de información con otras instituciones interesadas y Suministro de germoplasma a quien pueda necesitarlo. Para esto se traslado la colección de vetiver a diferentes localidades, para asegurar la sobrevivencia de este material en varios bancos de germoplasmas separados geográficamente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### MATERIAL EXPERIMENTAL:

Está conformado por once ecotipos de vetiver. cinco de los cuales pertenecen a la especies: *Chrysopogon nemoralis* y los cinco restantes pertenecen a la

especie: *C. zizanioides*. Uno de los ecotipos evaluados es el vetiver conocido en nuestro país desde hace más de 100 años, y fue denominado Ecotipo Maracay ya que la planta madre

utilizada se encontraba creciendo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (FAGRO-UCV).

Los demás ecotipos son originarios de Tailandia, donados por el Dr. Uthai Charanasri del Centro de Investigación Khao Son Royal Development Study Center de Tailandia. La colección fue recibida e introducida por el Dr. Oswaldo Luque. A través del Proyecto vetiver de la Fundación Empresas Polar,

quien a su vez los donó al Instituto de Agronomía, FAGRO, UCV, el 31 de octubre de 2005.

Inicialmente esta colección fue ubicada en el vivero del Laboratorio de Propagación de Plantas y a la Unidad de Cultivo de Tejidos y Área de Propagación Controlada en el Departamento e Instituto de Agronomía FAGRO-UCV, Maracay, Edo. Aragua, donde fue observada y evaluada preliminarmente por varios docentes.

En el cuadro 1 se observa el nombre asignado para cada uno de ellos, la especie a la cual pertenecen, su origen y algunas características particulares.

N°	ECOTIPOS	ORIGEN	ESPECIE	RASGOS FISICOS
1	PRACHUAB KHIRI KHAN	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida, menos compacta
2	ROI ET	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida, más compacta
3	RATCHABURI	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida más compacta
4	LOEI	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida más compacta
5	KAMPHAENG PHET 1	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida más compacta
6	NAKHON SAWAN	Tailandia	Vetiveria nemoralis	Expandida más compacta
7	SONGKHLA	India	Vetiveria zizanioides	Semi expandida menos compacta
8	SRI LANKA	India	Vetiveria zizanioides	Erecta menos compacta
9	KAMPHAENG PHET 2	India	Vetiveria zizanioides	Erecta menos compacta
10	SURAT THANI	India	Vetiveria zizanioides	Erecta más compacta
11	MARACAY		Vetiveria zizanioides	Erecta más compacta

Fuente: Páez et al.2006

Según el Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand, 2006b, estas plantas presentan características

importantes para clasificarlas en dos especies diferentes dentro del género *Chrysopogon*:

<p><i>C. nemoralis</i>: VETIVER DE TIERRAS ALTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Suelos bien drenados</li> <li>★ Hojas delgadas</li> <li>★ Nervadura central prominente</li> <li>★ Verde claro (haz=envés)</li> <li>★ Superficie poco grasa</li> <li>★ Opaca</li> <li>★ Raíces profundas (80 a 100cm)</li> </ul>	<p><i>C. zizanioides</i> : VETIVER DE TIERRAS BAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Suelos mal drenados</li> <li>★ Hojas anchas</li> <li>★ Nervadura central prominente</li> <li>★ Verde oscuro</li> <li>★ Superficie suave (grasa)</li> <li>★ Brillante</li> <li>★ Raíces muy profundas (&gt;100cm)</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LOCALIDADES: Las localidades escogidas para el estudio pertenecen a instituciones públicas y privadas, que se encuentran ubicadas en diferentes pisos

altitudinales (Tropical, Premontano y Montano bajo) como se observa en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características edafológicas y climáticas de las localidades donde fueron establecidas las colecciones.

NOMBRE DEL SITIO	Ubicación	Altura (msn m)	pH 1:1 (15 cm)	Temp. x (°C)	Precip. x (mm)	Zonas de vida de Holdridge
DANAC	Pobladors de San Javier y Guarataro, San Felipe, Edo. Yaracuy	98	6.64	27.4	1211.7	Bosque Tropical
E.E. SAMÁN MOCHO	Municipio Tacarigua, Distrito Guacara, Edo. Carabobo	417	7.9	24.5	1083.7	Bosque Seco Tropical
VIVERO CARMEN "T"	Santa Cruz, vía Sector La Majada. Edo. Aragua	450	7.43	26.2	974.4	Bosque Seco Tropical
FAGRO-UCV	Maracay, Edo. Aragua	458	6.65	24.9	969	Bosque Seco Tropical
VIVERO BIOGRANJA	Valle de Tucupido, vía Belén. Edo. Aragua	645	-	-	-	Bosque Seco Pre-Montano
E.E. MONTALBAN	Municipio Montalbán, Sector Los Cerritos. Edo. Carabobo	657	6.1-7.2	23.7	1000-1400	Bosque Seco Tropical Pre-Montano
AGUA MINALBA	San Pedro de los Altos. Edo. Miranda	1.321	4.93	20	1023	Bosque Pre-Montano
E.E. BAJO SECO	Municipio Vargas, sector Bajo Seco de Petaquire, Edo. Vargas	1.995	5.20	15.8	865.4	Transición de bosque seco montano bajo a bosque húmedo Montano Bajo

E.E.: Estación Experimental propia)

Fuente (Varias. Elaboración

### METODOLOGÍA

Se establecieron un total de ocho colecciones, una por localidad. Los ecotipos se trasplantaron a un metro de separación, formando una hilera según la numeración que previamente se le había asignado a cada ecotipo. En el momento del trasplante se fertilizaron

los hoyos con un fertilizante triple quince (N-P-K), para asegurar un buen desarrollo inicial de las plantas. Se observaron durante tres, seis y quince meses a partir del trasplante. Las variables determinadas fueron: longitud máxima de la planta, porte, diámetro de

macolla, número de hijos y biomasa aérea.

Además se realizó un estudio anatómico, para determinar: densidad estomática, tamaños de estoma, grosor de cutícula y de epidermis. Para el estudio de la cutícula se realizó un aclarado de la epidermis de las hojas con cloro comercial, y para las observaciones de la epidermis se realizaron cortes a mano alzada de

delgadas capas de tejido transversal a la nervadura con hojillas desechables. Luego las muestras fueron teñidas con azul de toluidina (al 0,5%), y se prepararon láminas semi-permanentes para su observación con un microscopio óptico y fotografiadas con una cámara digital acoplada. La descripción se llevó a cabo según la metodología propuesta por Ellis, (1976-1979).

## RESULTADOS

De las variables de campo evaluadas se puede inferir que los ecotipos de ambas especies de vetiver, se adaptaron bien en diferentes condiciones agroclimáticas de Venezuela, siendo mayores los resultados obtenidos a los seis meses en la zona tropical para todos los ecotipos de ambas especies (Figuras 3

a la 7). Los ecotipos de la especie *C. zizanioides* presentan mayor desarrollo que *C. nemoralis*, en casi todas las zonas a los seis meses (Figuras 8 a la 12). A los quince meses los ecotipos presentaron mayores valores en casi todas las variables en FAGRO-UCV (Figuras 13 a la 17).

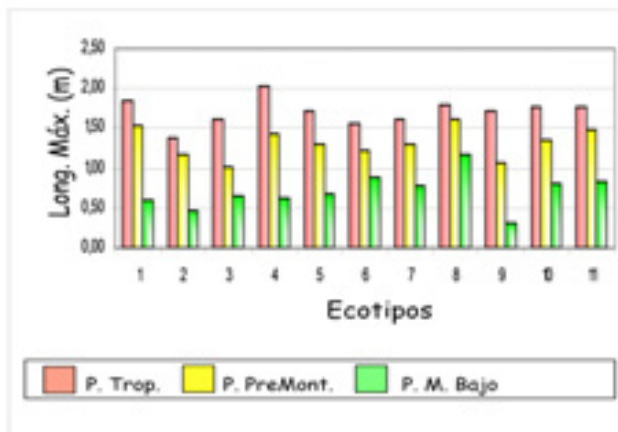


Fig. 3. Longitud promedio de once ecotipos de vetiver en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

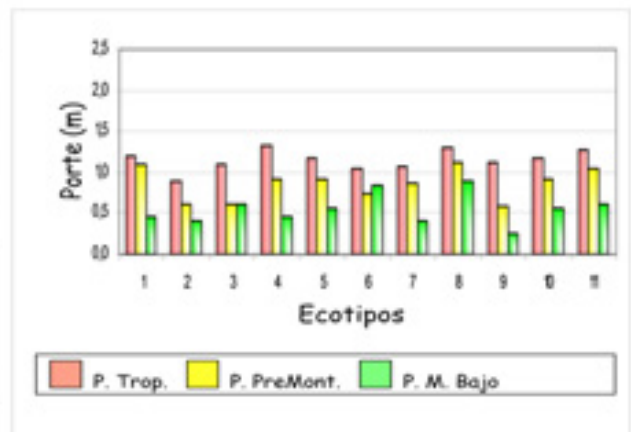


Fig. 4. Porte promedio de once ecotipos de vetiver en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

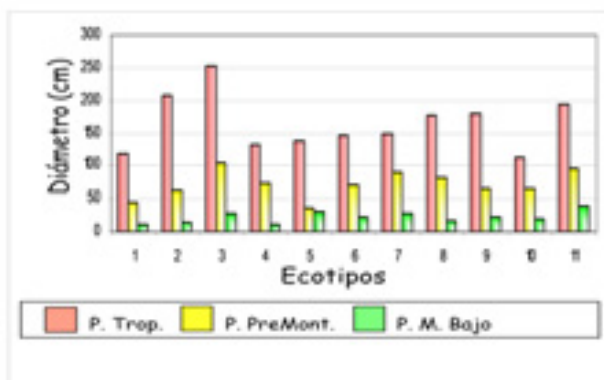


Fig. 5. Diámetro promedio de once ecotipos de vetiver en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

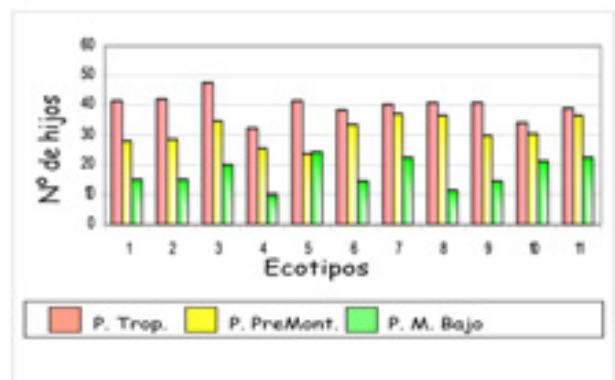


Fig. 6. Número de hijos promedio de once ecotipos de vetiver en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

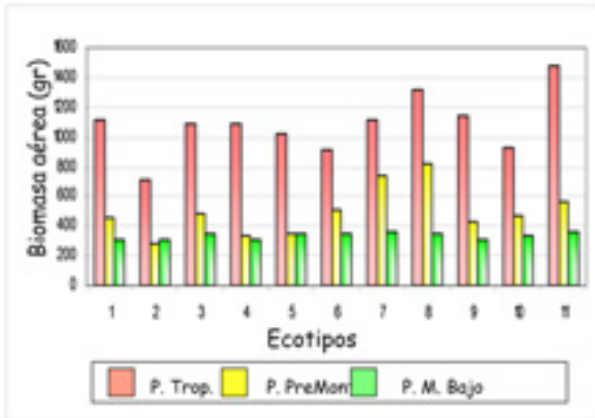


Fig. 7. Biomasa promedio de once ecotipos de vetiver en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

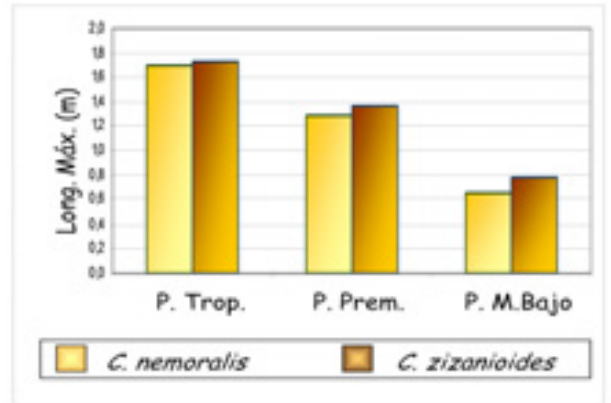


Fig. 8. Longitud promedio de *C. nemoralis* y *C. zizanioides* en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

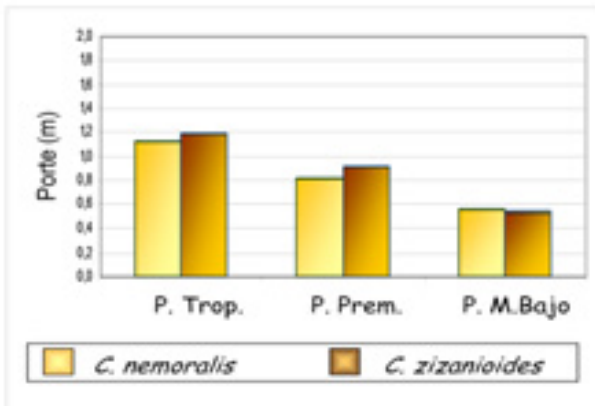


Fig. 9. Porte promedio de *C. nemoralis* y *C. zizanioides* en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

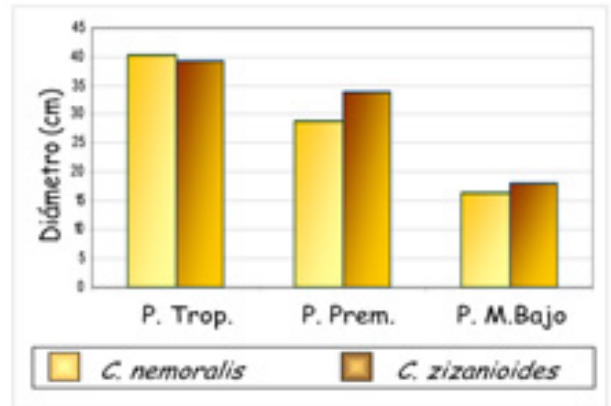


Fig. 10. Diámetro promedio de *C. nemoralis* y *C. zizanioides* en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

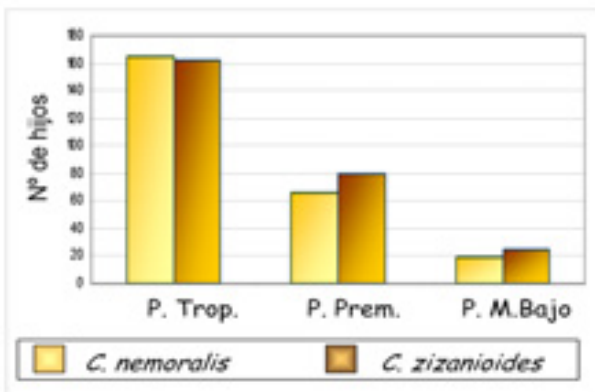


Fig. 11. Número de hijos promedio de *C. nemoralis* y *C. zizanioides* en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

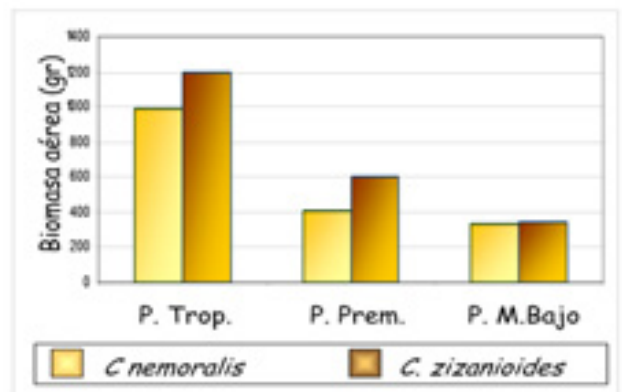


Fig. 12. Biomasa aérea promedio de *C. nemoralis* y *C. zizanioides* en tres pisos altitudinales a los 6 meses.

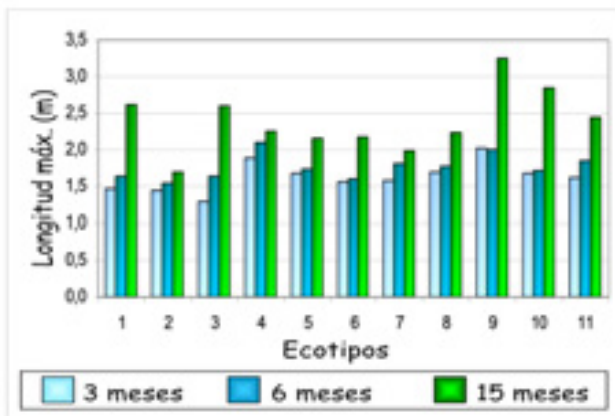


Fig. 13. Evolución de la longitud promedio de once ecotipos de vetiver en FAGRO-UCV

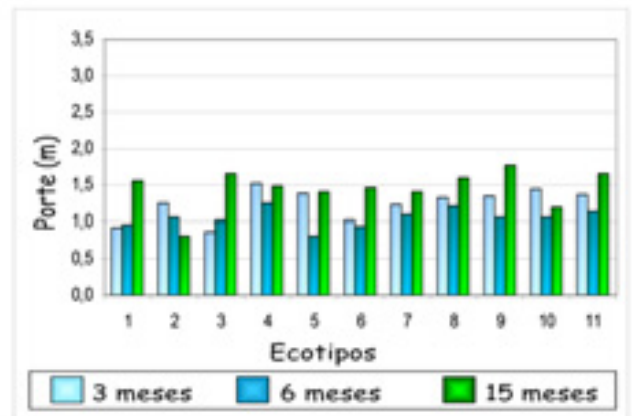


Fig. 14. Evolución del porte promedio de once ecotipos de vetiver en FAGRO-UCV

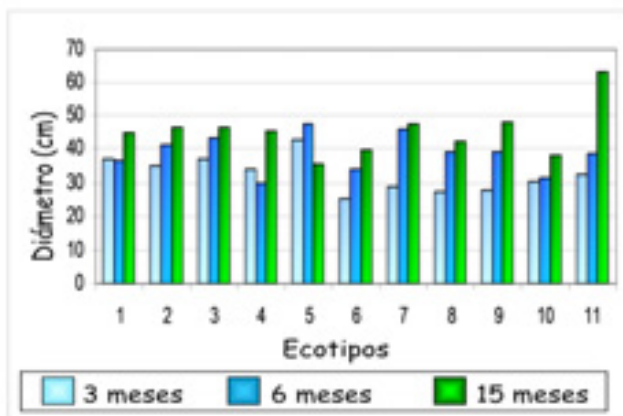


Fig. 15. Evolución del diámetro promedio de once ecotipos de vetiver en FAGRO-UCV

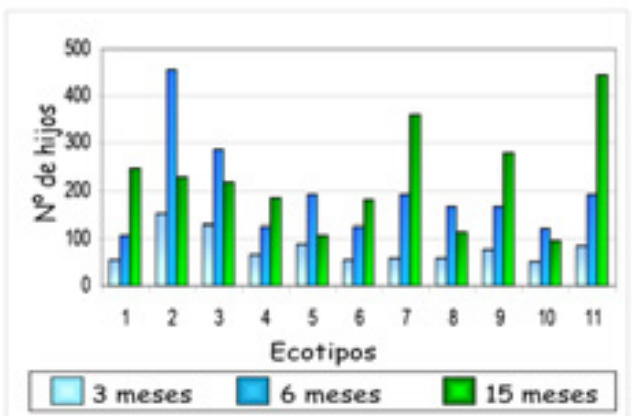


Fig. 16. Evolución del número de hijos promedio de once ecotipos de vetiver en FAGRO-UCV

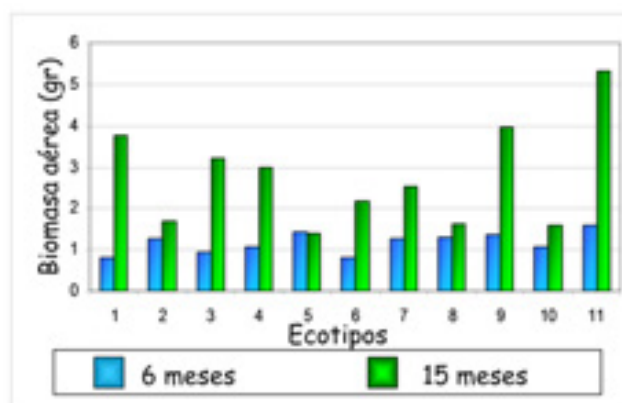


Fig. 17. Evolución de la biomasa aérea promedio de once ecotipos de vetiver en FAGRO-UCV

Las variables anatómicas estudiadas se presentan en el cuadro 3. Se observa una diferencia considerable entre los grosores del mesófilo de los ecotipos 2

y 11. La densidad estomática es mayor en la epidermis abaxial y los estomas son más grandes que en la epidermis adaxial para los cuatro ecotipos.

**Cuadro 3.** Evaluación morfométrica de 4 ecotipos de vetiver.

VARIABLES	ROI ET 2	LOEI 4	SONGKHLA 7	MARACAY 11
Epidermis Adaxial + cutícula (µm)	28,25	19,50	16,50	16,83
Mesófilo (µm)	180,42	314,83	354,33	692,33
Epidermis Abaxial + cutícula (µm)	15,58	15,00	18,25	17,17
Densidad estomática adaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	99,39	85,62	78,73	62,43
Largo de estomas adaxial (µm)	32,65	33,75	29,70	27,75
Ancho de estomas adaxial (µm)	8,55	9,70	7,70	8,45
Densidad estomática abaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	221,04	187,76	204,06	196,48
Largo de estomas abaxial (µm)	27,05	29,80	29,45	27,50
Ancho de estomas abaxial (µm)	6,70	8,30	6,55	7,00

### CONCLUSIONES

- ★ Existe un banco de germoplasma de vetiver disponible, que garantiza la sobrevivencia del material genético.
- ★ Todos los ecotipos de vetiver evaluados se adaptan a los tres pisos altitudinales considerados, con ciertas limitaciones en las zonas más altas, por las condiciones de temperaturas bajas y alta nubosidad, donde disminuyó el desarrollo en general.
- ★ El ecotipo Maracay presenta un comportamiento ideal, esto no descarta su sustitución por alguno de los otros ecotipos, en casos de usos muy particulares.
- ★ En promedio, los ecotipos de la especie *C. zizanioides* desarrollan mayor biomasa que los ecotipos de la especie *C. nemoralis*.
- ★ A los quince meses los ecotipos presentaban mayor desarrollo que a los seis meses, probablemente por las abundantes precipitaciones y la poda.
- ★ Existe una diferencia muy marcada en los grosores de la epidermis de los ecotipos 2 y 11, lo cual pudiera inferir aspectos de su adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas. La densidad y el tamaño de estomas es mayor en la epidermis abaxial, lo cual es una característica común en las hojas anfiestomáticas y coincide con lo descrito para la subfamilia Panicoideae y la especie *C. zizanioides*.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chaudhry, M y G. Sarwar. 2006. Leaf anatomy of a miracle C4 grass: *Vetiveria zizanioides* L. Nash. Cholistan Institute of Desert Studies, The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan. En memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Vetiver.
- Vetiver y la gente. Fundación Polar. Caracas. Venezuela.
- Metcalfe, C. 1960. Anatomy of the monocotyledons I: Gramineae. Clarendon Press, Oxford, pp: 529-532

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2000. Manual of the international training course on the vetiver system. Organized the Office of the Royal Development Projects board in cooperation with the Chaipattana foundation with fund donated by the Heineken breweries co. Ltd. Bangkok, Tailandia.

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2006. Manual, The use of vetiver grass for land development. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Land Development Department. Bangkok, Tailandia. 71 p.

Páez, J; D. Perez; O. Rodríguez y A. Chavez. 2006. Informe Preliminar sobre la Introducción de 10 Ecotipos de Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L) Nash y *Vetiveria nemoralis*) a Venezuela. Laboratorio de Propagación de Plantas. Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Área de Propagación Controlada, Departamento de Agronomía, Instituto de Agronomía, Facultad de

Agronomía, Universidad Central de Venezuela. En memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Vetiver. Vetiver y la gente. Fundación Polar. Caracas. Venezuela.

Puldón, V. 2006. I Curso de capacitación en Mejoramiento genético en Arroz. Documentación, Conservación y Multiplicación de Germoplasma. Instituto de Investigaciones del Arroz (IIArroz). La Habana, Cuba. <http://agr.unne.edu.ar/fao/Cuba-ppt/11DOCUMENTACION,%20CONSERVACION%20Y%20GERMOPLASMA-Padron.pdf> (16-09-2008)

Rodríguez, O; Yépez, G. 2006. VETIVER (*Vetiveria zizanioides*) Una Extraordinaria Planta Para La Protección Ambiental. Revista Natura No. 128 Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas. Venezuela. pp: 30-37

## TODO UN ÉXITO EN EL “SEGUNDO SIMPOSIO VENEZOLANO DE VETIVER”.

LA TECNOLOGÍA DEL PASTO VETIVER EN VENEZUELA UNA  
HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE Y EL  
DESARROLLO COMUNITARIO.

Prof. Oscar Silva  
UCV, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela

### **Segundo Simposio Sobre Vetiver: conservación, diversidad e inclusión.**

El interés por el vetiver en Venezuela se ha extendido mucho más allá que el de la conservación del suelo. Desde hace años atrás, en el país se ha venido empleando, por ejemplo, en el mejoramiento de aguas residuales. Y, fuera del marco puramente técnico, el vetiver se ha convertido en un factor de mejoramiento comunitario y de inclusión social, como lo son los cada vez más extendidos casos de organizaciones artesanales y de asistencia social.



Segundo Simposio Venezolano de Vetiver

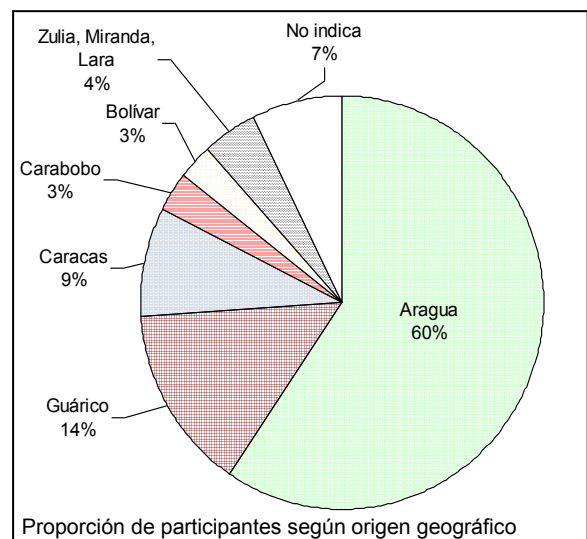
Así se mostró en el Segundo Simposio sobre la Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela, una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario, realizado el 18 de Junio de 2010 en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Más de noventa personas, de muy diversa extracción en cuanto a formación, interés y dedicación laboral compartieron experiencias sobre el uso y aplicación de esta planta. En este evento, se presentaron 13 trabajos sobre el pasto vetiver y la tecnología asociada a éste, relacionados con investigación, usos y aplicaciones, así como desarrollo comunitario.

Llamó notablemente la atención la heterogeneidad de la audiencia, proveniente de nueve estados: investigadores, profesores, estudiantes, técnicos, consultores, contratistas, artesanos, extensionistas y asistentes ocupacionales, así como lo diverso de las instituciones que representaban: universidades, dependencias del ejecutivo nacional y de las gobernaciones de varios estados, consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales y organizaciones de artesanos.



Excelente exhibición de artesanías

Aunque la mayor proporción de los asistentes provino del estado Aragua, lo cual es explicable por la localización del evento, se contó con una importante participación del estado Guárico y de la ciudad de Caracas. Vale mencionar que al evento asistieron personas no sólo de estados relativamente cercanos a la sede, como Carabobo y Miranda, sino de lugares relativamente distantes como Lara, e incluso, de extremos opuestos del país como Zulia y Bolívar. Esta heterogeneidad en cuanto al origen geográfico es muestra de cómo el vetiver y sus aplicaciones, han ido difundándose y adoptándose a lo largo y ancho del país, donde, obviamente, las condiciones ambientales y socioeconómicas pueden ser muy diversas.



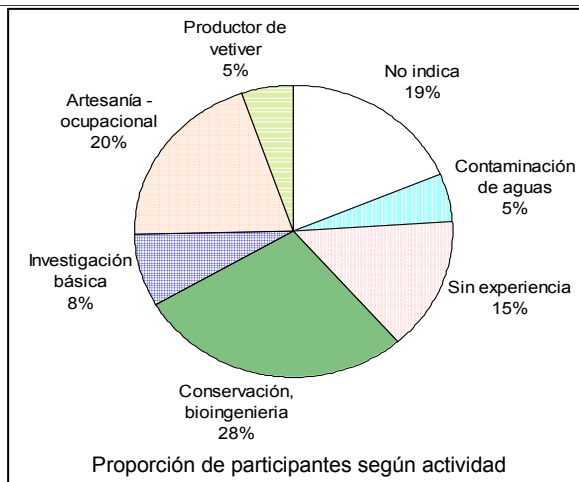
El interés de los participantes en el vetiver y sus aplicaciones fue también muy variado, y a la vez, balanceado, sin predominio de un grupo particular. Llamó la atención la proporción de asistentes sin experiencia previa en el uso de la planta, lo cual indica el grado de difusión general que ha tenido dentro de diversos sectores y comunidades. La distribución de los participantes según su experiencia e interés confirma la adopción del vetiver como elemento de base en áreas técnicas, como la conservación, bioingeniería y mejoramiento de aguas residuales, así

como de inclusión social y de mejoramiento comunitario, como la artesanía y asistencia ocupacional. Complementariamente, existe un plantel de investigadores y estudiantes que garantizan la generación de conocimientos para el mejoramiento, adopción y adaptación de las tecnologías basadas en vetiver en la heterogeneidad de condiciones de nuestro país.

en prácticas de terapia ocupacional y en la producción de artesanías para el mejoramiento de los ingresos del grupo familiar.

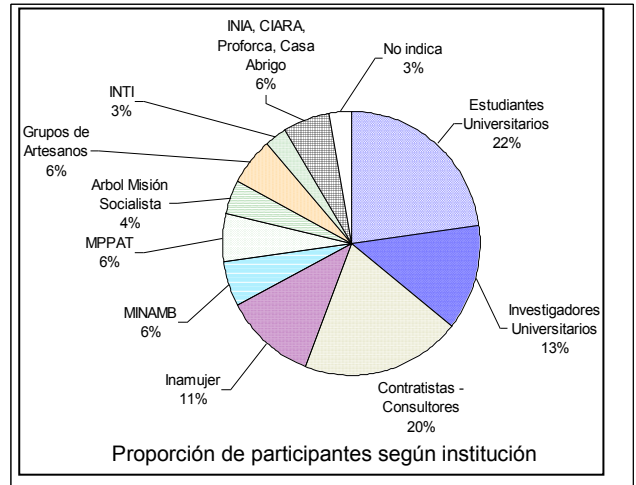


Visitando la exhibición durante el receso.



Finalmente, los grupos de artesanos presentes, hicieron una variada muestra de piezas artesanales, tanto los auspiciados por el Grupo Cerámicas Caribe como aquellos asistidos por el Instituto Nacional de la Mujer, con lo que demostraron no solo gran destreza e imaginación, sino la versatilidad del vetiver para estas aplicaciones.

Una parte importante de la audiencia provino de universidades (investigadores y estudiantes), lo cual muestra el interés académico por la planta y aplicaciones del vetiver. El sector técnico oficial, representado por diversos organismos, también tuvo una significativa participación, lo cual indica el interés del Estado en incluir las tecnologías asociadas al vetiver en planes de conservación ambiental y de mejoramiento comunitario. El sector de contratistas y consultores, además de que tuvo la oportunidad de exponer sus experiencias en aplicaciones comerciales de la tecnología del vetiver, pudo compartir con investigadores en cuanto al avance del conocimiento del vetiver para su mejor uso. Vale destacar la participación de integrantes del Instituto Nacional de la Mujer, quienes desarrollan una loable y significativa labor de inclusión social y mejoramiento comunitario mediante el uso del vetiver



El Segundo Simposio sobre Vetiver, fue una invaluable oportunidad para compartir las experiencias, y sobre todo, los diversos enfoques de un numeroso y heterogéneo grupo de especialistas, técnicos, estudiantes y promotores sociales. Se demostró que el vetiver puede tener un importante papel en los tres pilares de la sostenibilidad: conservación del ambiente, crecimiento económico y equidad social.