

ALCANCES Y RETOS EN LA INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DEL PASTO VETIVER EN VENEZUELA Y LATINOAMÉRICA

Prof. Oscar S. Rodríguez P.

UCV-Facultad de Agronomía-Red Latinoamericana del Vetiver

rodriguez@agr.ucv.ve

RESUMEN

Las aplicaciones de la planta viva de vetiver y la utilización de partes cosechadas del vetiver en diversos escenarios del desarrollo sustentable como proyectos comunitarios, protección de infraestructuras, mitigación de desastres, agricultura sostenible, protección ambiental, producción artesanal e industrial responsables, paisajismo, entre otros; se ven fortalecidas por los conocimientos y experiencias aportados por la investigación tanto en el ámbito global, como en el regional y local. Este trabajo describe ejemplos de cómo los resultados de la investigación y las experiencias de muchos usuarios han potenciado el uso del vetiver en Venezuela y Latinoamérica. Las primeras experiencias del uso de la Tecnología del Pasto Vetiver realizadas en la Universidad Central de Venezuela de manera exhaustiva, durante las décadas de los años ochenta y noventa, en parcelas de erosión, permitieron evaluar la alta eficiencia y efectividad de las barreras vivas de vetiver para la conservación de suelos y agua en tierras agrícolas. Experiencias similares fueron llevadas a cabo por el CIAT en Colombia, USAID en Centroamérica y el ICRAF en Perú. El gran potencial de la tecnología motivó la divulgación de la misma con el apoyo de la Red Mundial y Latinoamericana del Vetiver a mediados de la década de los 90 y a la formación de la Red Venezolana del Vetiver y las redes de otros países latinoamericanos desde el inicio del nuevo milenio. La información obtenida localmente se enriqueció con la aportada por la literatura internacional disponible y se inició así el uso de la planta del vetiver de manera generalizada. Las aplicaciones con fines de protección de infraestructura como técnica de bioingeniería dieron sustento al nacimiento de pequeñas y medianas empresas y a la producción de plantas en cantidades considerables. Toda esta actividad aceleró la necesidad de información sobre la propagación y establecimiento del vetiver, su ecología, fisiología, competidores bióticos, modelaje y otros aspectos generales sobre los cuales se realizaron trabajos de investigación. Las novedosas investigaciones realizadas originalmente en Australia, y posteriormente en China, Tailandia y otros países en los últimos quince años sobre las aplicaciones del vetiver en la prevención y tratamiento de tierras y aguas contaminadas impulsaron la realización de trabajos locales en minería, industria y proyectos comunitarios relacionados con esa problemática. El uso de las partes cosechadas de la planta, particularmente la fibra para la elaboración de artesanías, ha tenido un impacto muy importante en el desarrollo comunitario, y la documentación e investigación de esas experiencias ha posibilitado su réplica en distintas localidades. Las investigaciones y el desarrollo tecnológico en el área artesanal e industrial han sido menos frecuentes. En este ámbito se plantean una serie de retos como lo son el uso de la fibra y otras partes de la planta en la fabricación de artesanías, como material de construcción, alimentación animal, cosméticos y fármacos, biocombustible y otras innovaciones potenciales. La introducción de una colección de ecotipos de vetiver, evaluada de manera preliminar en ocho localidades de Venezuela, abre las posibilidades de seleccionar materiales adaptados o con ventajas particulares para su aplicación y utilización en escenarios específicos. Al aumentar el uso del vetiver derivado de sus diversos beneficios ambientales y socioeconómicos, se multiplica la demanda por información, que en algunos casos es

suplida desde el exterior, pero en otros, requiere de las investigaciones e innovaciones surgidas de nuestros centros de investigación y desarrollo tecnológicos en función de las variadas necesidades locales.

Palabras claves: Tecnología del Pasto Vetiver, Investigación y Desarrollo, Conservación de Suelos y Agua, Redes.

1. INTRODUCCIÓN

El éxito en el desempeño alcanzado en la aplicación de la tecnología del pasto vetiver-TPV- en Tailandia, China, Vietnam, India, Australia y otros lugares se puede explicar en buena parte por los programas de investigación desarrollo que se han llevado a cabo en dichos países. Ese cometido se ha logrado con el apoyo institucional apropiado, ya sea gubernamental o privado, el intercambio de experiencias a través de las redes organizadas y su vinculación con TVNI, así como la participación de individuos y comunidades comprometidos e involucradas con la tecnología.

La tecnología del pasto vetiver –TPV- constituye una alternativa probada en la conservación de suelos y aguas, en la bioingeniería para la protección y estabilización de infraestructura, en la mitigación de desastres, en la restauración y protección ambiental, y en una serie de productos y servicios variados que la hacen un foco de interés para su aplicación en Latinoamérica y otras regiones del mundo diferentes a su lugar de origen. Su evolución histórica ha demostrado progresos y avances continuos y significativos que han consolidado su rol como tecnología verde y esperanza para el planeta y sus múltiples problemas ambientales, sin desligarse de las realidades económicas y sociales que articulan las posibilidades de un desarrollo verdaderamente sustentable (Rodríguez, 2006).

En Latinoamérica se han alcanzado niveles de desempeño importantes que derivan de los mismos factores de éxito mencionados para otros países. La utilización de la tecnología es una realidad de la cual se benefician muchos países en la región. Sin embargo, su masificación y aplicación generalizada van a depender de la continuación y profundización de los programas de investigación y desarrollo locales, siendo indispensable la complementariedad y el intercambio de experiencias con el resto de las regiones del mundo donde se use el vetiver, por lo que deben fortalecerse las redes de manera organizada y vincularlas a través de TVNI, organización que ha promovido el vetiver desde los inicios.

En el presente trabajo se presentan algunas experiencias de investigación y desarrollo, principalmente en Venezuela, y que son de interés para la región latinoamericana, donde se ilustra desde un enfoque práctico, como las líneas de investigación y la promoción de la tecnología se asocian a las diferentes aplicaciones y utilización de la planta de vetiver, y como han potenciado su uso, planteándose todavía muchos retos para enriquecer e innovar aún más en conocimientos y solventar algunos escollos que puedan presentarse.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En la figura 1 se presenta de manera resumida la evolución histórica de la tecnología del pasto vetiver resaltando los acontecimientos más relevantes ocurridos a nivel mundial y latinoamericano. Rodríguez (2006) propone la separación en cuatro períodos que se describen brevemente a continuación:

Fases de desarrollo de la TPV en Latinoamérica en el contexto global

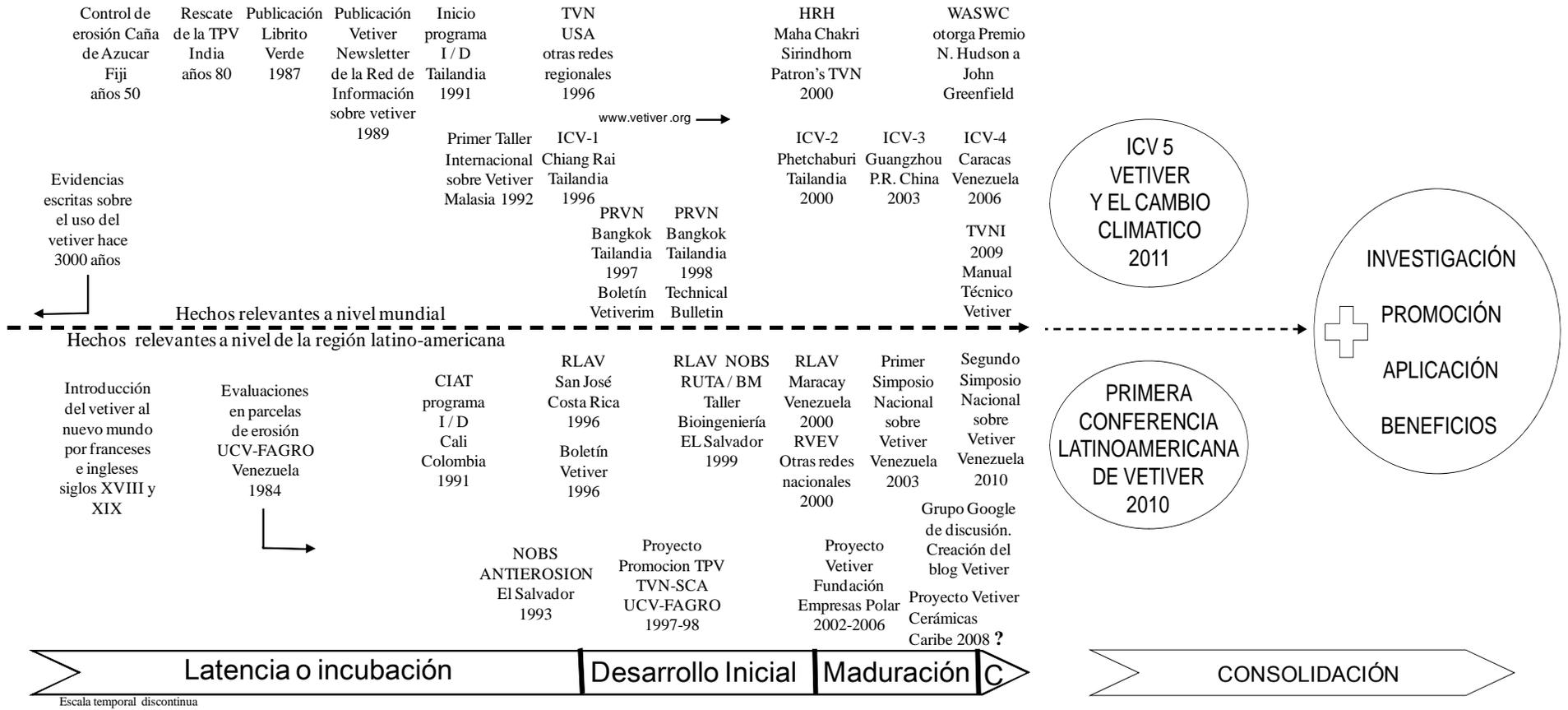


Figura 1. Evolución histórica de la tecnología del pasto vetiver en Latinoamérica en relación al contexto global

Primer período (latencia o incubación):

El vetiver en Latinoamérica no es un intruso. Esta planta ha sido utilizada desde hace más de cien años en aplicaciones domésticas para la construcción de techos y usos medicinales habiendo sido introducido desde la India, su centro de origen a través de las islas caribeñas, donde fue traída por los ingleses.

Los estudios y aplicaciones en Conservación de Suelos y Aguas se intensifican a partir de las décadas de los setenta y los ochenta, lo que coincide con la aparición de la publicación conocida como el libro verde del vetiver titulado: “Vetiver, La Barrera contra la Erosión” inicialmente en inglés en 1987, luego traducida al español a partir de la tercera edición en inglés, en 1990, y distribuida a lo largo y ancho de los países latinoamericanos.

Al mismo tiempo, muchos de estos países carecían de tecnologías apropiadas para enfrentar el amplio espectro de problemas ambientales, siendo la erosión uno de los problemas más extensamente distribuidos debido a la existencia de sistemas de uso y manejo de la tierra inapropiados y a las grandes extensiones de terreno vulnerables y expuestas a procesos de erosión hídrica y eólica, tanto en tierras agrícolas como en tierras afectadas por la minería y otras intervenciones, así como en las zonas urbanas.

Probablemente muchos individuos e instituciones iniciaron programas de investigación desarrollo como el CIAT en Colombia, el ICRAF en Perú, la UCV en Venezuela y muchos otros, pero de manera independiente.

A nivel mundial, el inicio de los proyectos de investigación-desarrollo sobre vetiver en la India por parte del Banco Mundial y en Tailandia por parte de la Oficina Real de Proyectos sientan las bases de aplicaciones a gran escala de la TPV. Coincide este período con la publicación del librito verde de gran relevancia en la divulgación de la tecnología.

Segundo período (desarrollo inicial):

No fue hasta la creación de la Red Mundial del Vetiver (TVNI) y sus correspondientes redes regionales que comienza un programa integral y sistémico de aplicación e investigación del vetiver. Las iniciativas de países como Tailandia donde se inician las Conferencias Internacionales sobre Vetiver ICVs, siendo la primera en 1996, dieron la posibilidad para la difusión masiva del conocimiento científico y técnico así como de enfoques que facilitaron la incorporación del sistema vetiver en muchos proyectos gubernamentales y privados.

En Venezuela se comenzó un programa de difusión en 1997-1998, con fondos de la Red Mundial del Vetiver con el apoyo de una ONG local, la Sociedad Conservacionista Aragua, que introdujo el Sistema vetiver a todos los usuarios potenciales en Venezuela a través de talleres y sitios demostrativos. Al mismo tiempo la investigación en control de erosión llevada a cabo por Universidades, en particular la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela-UCV, validó y adaptó las recomendaciones dadas por muchos autores en la literatura. También se realizaron estudios básicos sobre propagación y establecimiento del vetiver en diferentes condiciones ambientales y del uso de otras plantas usadas como barreras vivas.

Estas actividades motivaron y propulsaron el interés de otros líderes de proyectos para iniciar actividades con vetiver como el Prof. Ernesto Andreu de la UNERG, del Dr. Oswaldo Luque en la Fundación Empresas Polar y de muchos emprendedores que crearon empresas comerciales donde desarrollaron aplicaciones del sistema vetiver, particularmente en el área de la bioingeniería (estabilización de taludes y protección de infraestructura) y de

la restauración ambiental en zonas urbanas, industriales y en actividades del sector primario como la minería, petróleo y la generación hidroeléctrica.

En 1996 también se instituyó la Red Latinoamericana del Vetiver con sede en Costa Rica, liderizada por James Smyle y Joan Miller hasta el año 2000. Los apoyo tipo semilla otorgados a diferentes instituciones y proyectos locales dieron la oportunidad de iniciar actividades con vetiver como la instalación de viveros y el establecimiento de sitios demostrativos y proyectos de aplicación. Durante esos tiempos la más exitosa de las iniciativas fue la de NOBS Antierosión, una empresa privada que aplicó vetiver con fines de bioingeniería en El Salvador. Muchas de estas iniciativas realizadas durante los comienzos de la Red Latinoamericana del Vetiver fueron documentadas en los boletines divulgativos de la red, y algunas de las más importantes fueron presentadas durante un Taller sobre Bioingeniería realizado en El Salvador en Julio 1999, el cual dio origen a unas memorias escritas, un CD y un video que representaron un material invaluable para mostrar las aplicaciones del vetiver en Centroamérica y Suramérica con diversos aprovechamientos de esta maravillosa y extraordinaria planta, apoyado también en la experiencia de otros continentes, principalmente de Asia.

Tercer período (maduración):

En el año 2000, la Red Latinoamericana del Vetiver se muda a Maracay, Venezuela. La Red Latinoamericana del Vetiver apoyó la creación de muchas redes nacionales y subregionales en toda Latinoamérica, cambiando su estructura centralizada hacia una descentralizada. La Sociedad Conservacionista Aragua, es sede de la Red Venezolana e igualmente acoge a la Red Latinoamericana y realizan una labor en conjunto en algunas actividades de divulgación. Esto unos meses después de haberse desarrollado la ICV2 en Tailandia. En esa conferencia y en la anterior se presentaron y mostraron experiencias con vetiver de gran valor e interés para Latinoamérica. Sin embargo, la participación de investigadores y usuarios del vetiver provenientes de Latinoamérica fue extremadamente reducida. Es por ello que la Red Latinoamericana a través de su boletín se propone la divulgación de artículos y experiencias desarrolladas en Tailandia y otros países de la Red del Pacífico PRVN traducidos al español de manera de facilitar su acceso a lectores de la región. En conjunto con la Red Venezolana del Vetiver apoya la realización del Primer Simposio sobre Vetiver en Venezuela en el año 2003, donde se logro la presencia de investigadores y aplicadores de la TPV en Venezuela dejando como producto un pequeño folleto con los resúmenes de las memorias del evento.

Se llega nuevamente a plantear una Tercera Conferencia Internacional en China la cual finalmente se realiza en Guangzhou en Octubre 2003. La asistencia del Dr. Oswaldo Luque como líder del Proyecto Vetiver de la Fundación Empresas Polar y de mi persona como coordinador de la Red Latinoamericana del Vetiver impulsa la candidatura de Venezuela como sede de la Cuarta Conferencia Internacional sobre Vetiver.

Cuarto período (consolidación):

La Cuarta Conferencia Internacional sobre Vetiver, ICV-4, realizada en Caracas en el 2006, significó una oportunidad única e invaluable para dar un salto cuantitativo y cualitativo en el uso del vetiver en Latinoamérica. Progresivamente se avanza hacia una masificación del uso de la tecnología en diversas situaciones dentro de la región latinoamericana, y además representó un aporte cualitativo donde se mezclan las experiencias y resultados de investigaciones con enfoques y orientaciones diferentes, particularmente en la utilidad social de esta planta y sus tecnologías asociadas,

enriqueciendo a través del intercambio con los países más experimentados en el uso de esta, las múltiples posibilidades de aprovechamiento y aplicación del sistema vetiver. Ese mismo año se reconoce a nivel internacional las bondades del vetiver otorgándose el Premio Norman Hudson de la Asociación Mundial de Conservación de Suelos a John Greenfield, por su meritoria labor divulgativa del sistema vetiver, siendo el autor del llamado librito verde, que impulsó el uso del vetiver a nivel mundial.

Este período de consolidación de la tecnología se ve nutrido por nuevas iniciativas como la creación del blog Vetiver Latina y del grupo de discusión en Google en español que mantiene un intercambio dinámico de experiencias entre sus participantes.

Se publica el Manual Técnico del Vetiver por TVNI en diversos idiomas incluyendo el español, incluyendo todas las nuevas posibilidades de uso del vetiver que no se mencionaban o apenas se vislumbraban en el famoso librito verde original. En Venezuela se realiza en Junio del 2010 el Segundo Simposio Nacional sobre Vetiver mostrándose la gran diversidad de aplicaciones y usos alcanzados, apoyados en una investigación con enfoque práctico.

La primera Conferencia Latinoamericana del Vetiver en Santiago de Chile en Octubre del 2010 es una muestra fehaciente del grado de actividad alcanzado en el uso del vetiver en Latinoamérica y consolida aún más el camino a seguir: más investigación, más promoción, más intercambio en la red, más uso de la tecnología del pasto vetiver y más beneficios y servicios ambientales para la región.

3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DEL PASTO VETIVER EN VENEZUELA Y LATINOAMÉRICA

3.1 Resultados alcanzados y retos para el futuro

Las condiciones naturales y sociales en Latinoamérica son muy variables y bastante diferentes a las situaciones presentes en Asia o en África. Es por ello, que se requieren programas de investigación-desarrollo que tomen en cuenta las condiciones locales y que registren de forma sistemática los éxitos y fracasos de manera de adaptar e innovar partiendo de los principios básicos del Sistema Vetiver-SV. La orientación estratégica de la investigación básica y aplicada debe apoyar cualquier iniciativa de aplicación a gran escala del SV para trabajar dentro de límites de confianza y seguridad apropiados (Rodríguez, 2003). Los alcances de las investigaciones en Latinoamérica, a pesar de sus limitaciones, han servido de base para la aplicación de la TPV en la región. En muchos casos se ha recurrido a la información disponible generada en otras regiones, principalmente de Asia.

Trabajos sobre la eficiencia en el control de erosión y los beneficios agrícolas de las barreras de vetiver en plantaciones de yuca, realizados en el CIAT a principios de los años noventa en las zonas montañosas del Valle del Cauca en Colombia, validaron la potencialidad del vetiver para la conservación de suelos y aguas en laderas intervenidas, por la alta eficiencia en reducir la producción de sedimentos, reducir la escorrentía y mejorar los rendimientos de los cultivos. También se desarrollaron interesantes trabajos donde se comprueba la poca competencia de las raíces del vetiver en comparación con otras plantas utilizadas como barrera viva (Vetiver Newsletter, 1992).

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV-FAGRO) con sede en Maracay, el vetiver ha sido objeto de interés desde que se fundaron las Estaciones Experimentales Jaime Henao Jaramillo y Bajo Seco en la década de los setenta, donde comenzó utilizándose en forma práctica como barrera viva contra la erosión

en plantaciones de café, hortalizas y frutales de altura, ya que estas se ubican en zonas frágiles de montaña. En 1984, se emprendieron estudios en parcelas de erosión bajo lluvia natural en la EEBS que se prolongaron hasta el año 2000, iniciados por el profesor Napoleón Fernández y continuados por el profesor Oscar Rodríguez junto a los cuales participaron numerosos tesis. También se realizaron, en su oportunidad, ensayos con simulador de lluvia para acelerar la obtención de datos en campo con diferentes tipos de barreras vivas incluyendo el vetiver. En todos los casos, las evaluaciones resultaron favorables al uso de la tecnología con pasto vetiver (TPV), que presentó una eficiencia de 90% o más en atrapar los sedimentos provenientes de procesos erosivos de tipo laminar, así como favoreció la infiltración de las aguas de escorrentía y la formación de terrazas aguas arriba de la barrera. En combinación con residuos en superficie y otras medidas de conservación de suelos y agua, la retención de sedimentos y la infiltración se maximizaron. Más recientemente se han realizado investigaciones relativas a su ecología, propagación, manejo agronómico, establecimiento de barreras y aplicaciones ambientales en la fitorremediación de la contaminación de suelos y aguas que han dado origen a más de 30 artículos publicados y varios proyectos de investigación y tesis de pregrado y postgrado desde 1984 (Rodríguez y Fernández, 1992; Gomis, 1997; Rodríguez, 1998; Rodríguez y Andrade, 2001; Scavo, 2004; Bolivar, 2005).

Una tesis de grado desarrollada en Bolivia establece la mejor época de siembra y confirma la efectividad del vetiver en el control de la erosión para tres comunidades del Cantón Sopachuy en Chuquisaca (Sandi, 1996).

En investigaciones realizadas en Honduras se demostró, al evaluar el comportamiento de coberturas y barreras de vetiver a diferentes escalas espaciales, que las coberturas solas son insuficientes para detener procesos erosivos como pequeños deslizamientos y erosión concentrada, fenómenos que se manifiestan en grandes parcelas o microcuencas donde otros mecanismos del proceso de erosión se acentúan, siendo que el efecto de la cobertura en obstaculizar el salpique, aunque muy efectivo, no controla los demás procesos involucrados (Thurow y Smith, 1998).

En Perú, desde el año 1996, el Dr. Julio Alegre viene realizando investigaciones con el vetiver en combinación con leguminosas arbustivas en las zonas amazónicas de Yurimaguas, Pucallpa y otras localidades de ese país andino, habiendo demostrado las bondades de estos sistemas en la conservación de suelos y aguas en zonas susceptibles a la erosión.

En diversos trabajos se ha demostrado la necesidad de establecer las barreras de vetiver con semilla de calidad y espacios entre plantas adecuados. Andrade (1998), establece para las condiciones de Bosque Húmedo Montano Bajo que luego de siete meses de plantadas las barreras solo cerraron aquellas cuyos puntos de siembra se separaban a 10 cm y Noya (2002), comprueba en condiciones de Bosque Seco Premontano que plantas espaciadas a 10 cm y desarrolladas previamente en contenedores y fertilizadas cerraron la barrera en menor tiempo (3 meses) en relación a barreras establecidas con plantas espaciadas a la misma distancia pero derivadas de esquejes a raíz desnuda, que aún fertilizadas requirieron mayor tiempo para el cierre de la barrera (6 meses). Es por ello que en condiciones más exigentes no se recomienda el esqueje a raíz desnuda ni espaciamientos mayores a 15 cm ya que podría comprometerse la funcionalidad de la barrera de vetiver.

Durante el Segundo Simposio sobre la TPV en Venezuela, se pudieron apreciar los más recientes avances de las investigaciones realizadas en el país, del cual presentamos un resumen a continuación.

El trabajo sobre el establecimiento y evaluación de la colección de 11 ecotipos de vetiver en ocho localidades de Venezuela (Arcan y Rodríguez, 2010), demostró la adaptabilidad de estos materiales a diversas condiciones ambientales, siendo que el desarrollo en general fue mayor para todos los ecotipos en las localidades Bosque Seco Tropical>Bosque Seco Premontano>Bosque Húmedo Montano Bajo. Se comprob el carácter no invasor de los ecotipos ya que luego de varios ciclos de floración no se han observado plantas provenientes de semillas germinadas. Se determinó la existencia de diferencias anatómicas y morfológicas que permiten distinguir a los ecotipos y que pueden hacerlos más atractivos o con ventajas para determinados usos. Por ejemplo, hojas más anchas y flexibles para elaborar productos artesanales. Esta colección fue cedida por la Fundación Empresas Polar y traída por el Dr. Oswaldo Luque desde Tailandia al Laboratorio de Propagación de Plantas UCV-FAGRO a finales de 2005. La introducción de ecotipos debe ser monitoreada cuidadosamente, y su evaluación para diferentes propósitos bajo diferentes condiciones debe realizarse detalladamente antes de ser empleados en forma masiva.

El trabajo de Fernández y Morillo (2010), sobre el efecto del sistema vetiver en las propiedades físicas del suelo refleja en términos generales que las características físicas mejoran en comparación a la condición inicial, observándose una reducción de la densidad aparente, incrementos importantes de la conductividad hidráulica, aumentos de la porosidad total y los microporos y un aumento del módulo de ruptura sin llegar a límites críticos.

Torres y Fernández (2010), estudian la producción de material vegetativo de vetiver bajo diferentes densidades de siembra, encontrando que a altas densidades de siembra se obtiene un mayor número de hijos en relación a la superficie total, aún cuando la producción de plantas individuales es mayor a menores densidades de siembra. Reportan dos ecuaciones para las condiciones y ecotipo local que pueden utilizarse para estimar el número de hijos por macolla en función del diámetro y perímetro de la misma, aspecto que puede facilitar de manera práctica la valoración de la producción de semilla vegetativa en campo.

Abreu, Pérez y Gil (2010) y Arrieche y Abreu (2010) presentan resultados alentadores en cuanto al uso del vetiver en sistemas agroforestales en un proyecto donde se evalúan diferentes aspectos en plantaciones asociadas con árboles de samn y teca, reportando que no se establecieron relaciones de competencia intra e interespecífica que pudieran afectar el crecimiento y producción comercial de hijos en el vetiver. El rendimiento relativo (RR) calculado para producción de hijos y producción de materia fresca del vetiver en la asociación teca-samn, estn por encima del RR para el cultivo puro. La aplicación de mulch del propio vetiver incrementó la producción de hijos y un mayor desarrollo de las macollas, y reguló parcialmente el desarrollo de malezas.

Rosas, Toro y Rodríguez (2010), plantean la recuperación de suelos marginales utilizando micorrizas en asociación con el vetiver. En presencia de roca fosfórica y del inoculo de micorriza (mezcla de hongos nativos  *Acaullospora mellea*) el vetiver alcanzó un valor de biomasa total superior en relación al control. Se determinó también un efecto positivo en la estructura del suelo en los suelos tratados, encontrándose un incremento en las fracciones de agregados estables al agua más pequeñas. Se plantea que esta es una alternativa promisoriosa para recuperar suelos y la necesidad de profundizar en los estudios.

Luque (2010a y 2010b) y Luque, Luque y Posada (2010) presentan dentro del simposio aspectos altamente relevantes en relación a las aplicaciones del vetiver en bioingeniería en Venezuela. Destacan la importancia de manejar los parámetros

correctamente de manera que se manifieste el potencial de vetiver para el control de la erosión en su máxima expresión. Ilustran estudios de casos de aplicación en vialidad y control de cárcavas alcanzando resultados altamente satisfactorios.

Luque (2010c) y García (2010) describen la potencialidad del vetiver en la remediación de aguas servidas y describen ejemplos promisorios del uso de la tecnología. Insisten en la necesidad de establecer parámetros y criterios adecuados para el diseño y aplicación de la tecnología basados en los resultados iniciales. Propugnan la necesidad de continuar las investigaciones para el desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales con vetiver.

Finalmente, Luque (2010d) destaca el uso del vetiver como herramienta para el desarrollo socioeconómico en Venezuela, a través de diferentes proyectos comunitarios apoyados por instituciones públicas y privadas que se han realizado en Venezuela a partir del año 2001 y que tiene sus orígenes en los años cincuenta en programas llevados a cabo por el Consejo de Bienestar Rural en esos tiempos. El enfoque es ecológico, económico y social y la experiencia indica que los artesanos y artesanas debidamente entrenados pueden iniciar un negocio desde su hogar, produciendo la fibra de vetiver en los patios de sus casas o en fincas cooperadoras.

3.2 Algunos escollos y dificultades a resolver

3.2.1 Presencia de competidores bióticos.

Aún cuando no es generalizado, se han presentado casos en que ciertas plagas o competidores bióticos han afectado plantaciones de vetiver comprometiendo las funciones con que fueron realizadas. Tal es el caso de la candelilla (*Aeneolamia varia*), que es un insecto que afecta a la caña de azúcar y a los pastos en Venezuela y otros países de la región caribeña incluyendo al vetiver (Boletín Vetiver Venezuela No. 1, 2002). Las ninfas se adhieren a las raíces superficiales, se alimentan con su savia y se cubren de una espuma protectora blanca característica. El insecto en su fase adulta inocula una toxina al chupar la savia de las hojas y tallos que produce un amarilleamiento y eventualmente la muerte de la planta, dando una apariencia de quemado de la planta de donde proviene el nombre de candelilla. Este insecto puede combatirse de manera convencional con productos químicos sistémicos de alta toxicidad o preferiblemente mediante el combate biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae*, de manera comercial biograss que se aplica diluido en agua. En Panamá se ha reportado la presencia en la comunidad de Cerro Punta (Ing. Victor Corro, comunicación personal) de un roedor (*Orthogeomys cavator*) conocido localmente como taltuza, que daña las raíces del vetiver produciendo daños considerables a las barreras. Se han recibido reportes de gusanos masticadores como los medidores y cogollero del maíz consumiendo hojas de vetiver pero sin daños comerciales de consideración. El descuido en plantaciones de vetiver ha permitido que malezas, principalmente enredaderas o trepadoras, retrasen seriamente el desarrollo o incluso eliminen a las plantas al impedir la entrada de luz. Existe la necesidad de documentar más detalladamente la presencia de competidores bióticos en plantaciones de vetiver y de desarrollar las medidas correctivas para su manejo y control.

3.2.2 Mala aplicación de la tecnología.

A pesar de la vasta literatura e información disponible y de las numerosas actividades divulgativas llevadas a cabo para promover el uso del vetiver, ya sea por

desconocimiento, condiciones del contrato ó con la intención de reducir al máximo los costos, se observa en algunos casos una mala aplicación de la tecnología:

- Por parte de las empresas de servicio
 - La calidad del material de siembra es inadecuado
 - Densidad de plantas por metro lineal inadecuada
 - Disposición inadecuada de las plantas sin formar barreras sino más bien distribuidas de manera dispersa en la superficie de los taludes.
 - No se realiza un mantenimiento y seguimiento adecuado después de la siembra
- Por parte de los planificadores y ejecutores de proyectos
 - Criterios y especificaciones de aplicación de la tecnología que no se ajustan a las necesidades locales. Ej. Número de plantas por metro lineal insuficiente, espaciamiento entre barreras muy corto o muy amplio.
 - No se acometen medidas complementarias de drenaje y protección de los taludes.
 - Las épocas de ejecución y los contratos no se asignan oportunamente en relación al calendario de las lluvias y no se consideran con anticipación los requerimientos de plantas a ser producidas en vivero.
 - No se hace un mantenimiento y seguimiento adecuado después de la siembra.

3.3 Las aplicaciones del vetiver en Venezuela y Latinoamérica

Las aplicaciones de la tecnología del Pasto Vetiver en la región abarcan casi todas las posibilidades de uso de esta planta. Hay referencias de miembros de la Red Latinoamericana del Vetiver sobre la existencia y aplicación del vetiver en diecinueve países de la región. Muchas de estas experiencias se encuentran documentadas en los boletines de la Red Latinoamericana del Vetiver. A pesar de los esfuerzos desarrollados y buenos resultados obtenidos en las áreas agrícolas, son sin embargo la bioingeniería y la protección y restauración ambiental las aplicaciones que se han extendido más ampliamente debido al carácter comercial y empresarial que estas ofrecen. Las necesidades de ampliar la efectiva aplicación de la TPV en forma masiva para la conservación de suelos y aguas-CSA, dónde podrían lograrse grandes efectos en la promoción de una agricultura sustentable asociada al fomento y desarrollo social de comunidades empobrecidas en zonas rurales, a pesar del éxito mostrado en proyectos específicos, es un reto aún por enfrentar. La combinación de la TPV, con otras tecnologías probadas de CSA y de otros recursos naturales, así como de enfoques apropiados según las necesidades locales, puede ser la clave para consolidar un desarrollo agrícola sustentable.

3.4 La promoción y divulgación del vetiver en Venezuela y Latinoamérica

Valorado el gran potencial de la TPV se emprendieron y se continúan campañas de difusión para promover su uso. La continuidad en las actividades de las redes es fundamental para la expansión y masificación del uso de la TPV en la región, lo cual redundará en beneficios ambientales, económicos y sociales que contribuirán en la consolidación del tan deseado desarrollo sustentable. Se espera que estas reciban el apoyo institucional y financiero necesario para seguir desempeñando ese rol. La creación del blog vetiver latina, iniciado por Alberto Rodríguez de Puerto Rico y continuado por Carolina

Rivas, coordinadora de la red del vetiver en Chile, así como el foro de discusión de Google en español impulsado por Joachim Boehnert han dinamizado y acelerado el intercambio de experiencias y la promoción de la TPV en Latinoamérica. La organización de la Primera Conferencia Latinoamericana sobre Vetiver en Santiago, Chile apuntalan aún más la consolidación de las actividades de promoción e intercambio de la red y aseguran la continuidad y profundización de la TPV en la región.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- La TPV ha consolidado su rol como tecnología verde y esperanza para el planeta generando soluciones sustentables que satisfacen demandas ambientales, económicas y sociales. Es una alternativa económica y al alcance de todos, siendo una herramienta para mitigar la pobreza y a la vez proteger el ambiente (una solución ganar-ganar).
- Cuando se dan las condiciones para usar la TPV, la información oportuna y efectiva, así como la asistencia de las redes y otras fuentes de promoción y apoyo, incluyendo centros de I/D, son cruciales para una aplicación apropiada y exitosa de la tecnología. Estos procesos deben ser profundizados y continuados en el tiempo.
- Al aumentar el uso del vetiver derivado de sus diversos beneficios ambientales y socioeconómicos, se multiplica la demanda por información, que en algunos casos es suplida desde el exterior, pero en otros, requiere de programas de I/D para adoptar, adaptar, innovar y aplicar la TPV basados en sus principios básicos.
- Debido a las diversas condiciones naturales y sociales estos programas deben surgir de nuestros centros de investigación y desarrollo tecnológicos en función de las necesidades locales, manteniendo una fluida y estrecha colaboración internacional.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, X., G. Pérez y D. Gil. 2010. El uso del vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en los sistemas agroforestales. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp:14-15.
- Andrade, O. 1998. Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera. Trabajo de Maestría. Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 83p.
- Arcaná, E. y O. S. Rodríguez. 2010. Establecimiento y evaluación de la colección de vetiver en ocho localidades de Venezuela. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp:13.
- Arrieche E. y X. Abreu. 2010. Efecto de la aplicación de mulch de vetiver en el establecimiento de la asociación vetiver-teca en un alfisol del Estado portuguesa. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 16.

- Boletín Vetiver-Venezuela. 2002. Candelilla, insecto plaga que ataca el vetiver. Boletín Vetiver de Venezuela No. 1. pp: 1-2.
- Bolívar, P. 2005. Acumulación de mercurio por vetiver en suelos contaminados por la actividad minera en El Dorado, edo. Bolívar. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay.
- Fernández, M. y M. Morillo. 2010. Efecto del sistema vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) sobre algunas propiedades físicas del suelo con moderados problemas de compactación. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 17.
- García, F. 2010. Una experiencia práctica para el tratamiento de aguas residuales industriales con cargas orgánicas usando vetiver, Cagua-estado Aragua. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 27.
- Gomis, C. 1997. Estudio del comportamiento del vetiver (*Vetiveria zizanioides*, L Nash) en diferentes condiciones agroecológicas y de manejo. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay.
- Luque, R. 2010a. Aspectos básicos de la bioingeniería con vetiver. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 22.
- Luque, R. 2010b. Experiencias en la estabilización y control de erosión en vialidades. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 23.
- Luque, O. 2010c. Alternativas para el tratamiento de aguas residuales terciarias con la tecnología del pasto vetiver en Venezuela. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 26.
- Luque, O. 2010d. El vetiver como herramienta para el desarrollo socioeconómico en Venezuela. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 19.
- Luque, R., O. Luque y G. Posada. 2010. Experiencias en la estabilización de una gran cárcava en Agua Minalba-Venezuela. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp:25.
- Noya, M.I. 2002. Evaluación de diferentes métodos de propagación, establecimiento y mantenimiento de barreras vivas de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), como práctica de conservación de suelos y agua. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía,

- Universidad Central de Venezuela. Maracay. 133p.
- Rodríguez, O. S. y N. Fernández. 1992. Conservation Practices for Horticulture Production in the Mountainous Regions of Venezuela. En: Erosion, Conservation, and Small Scale Farming. Hans Hurni y Kebede Tato Eds. 6th International Soil Conservation Conference Ethiopia y Kenya 6-18 Noviembre 1989, Selected papers. Walsworth Publishing Company, Kansas, USA. pp: 393-406.
- Rodríguez, O. S. 1998. Hedgerows and mulch as soil conservation measures on steep lands. Proceedings of the First International Conference on Vetiver, pp. 189-202. Office of the Royal Development Projects Board, Chiang Rai, Thailand
- Rodríguez, O.S. y O. Andrade. 2001. Research and practical experiences with vegetative barriers for water erosion control in Venezuela. 403-411 pgs. In: D.E. Stott, R.H. Mohtar, and G.C. Steinhardt (eds). Sustaining the Global Farm – Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting, May 24-29, 1999, West Lafayette, IN. International Soil Conservation Organization in cooperation with the USDA and Purdue University, West Lafayette, IN. CD-ROM available from the USDA-ARS National Soil Erosion Laboratory, West Lafayette, IN. Web site <http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/isco99/pdf/isco99pdf.htm> (verified 2 May 2002)
- Rodríguez, O. S. 2003. Latin America Vetiver Network (LAVN). Problems and Prospects. In: Memorias Third International Conference on Vetiver and Exhibition. Editores: Paul Truong, Hanping Xia y Frank Mason. Guangzhou, China, October 2003.
- Rodríguez, O.S. 2006. Contribuciones de la TPV en Venezuela y Latinoamérica a la conservación de los recursos naturales. Cuarta Conferencia Internacional sobre Vetiver. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. CD.
- Rosas, J., M. Toro y O.S. Rodríguez. 2010. Aplicación del Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y las micorrizas arbusculares como una estrategia de recuperación de los suelos marginales. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 20-21
- Sandi, C. 1996. Épocas de plantación del pasto vetiver y control de erosión en tres comunidades del Cantón Sopachuy. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Javier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 104 p. y anexos.
- Scavo, M. 2004. Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales con pasto vetiver *Vetiveria Zizanioides L.*, provenientes de una planta de gaseosas en Villa de Cura, Estado Aragua. Tesis de Maestría. Postgrado de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay.
- Thurrow T., y J. Smith, Jr. 1998. Assessment of soil and water conservation methods applied to the cultivated steep lands of Southern Honduras USDA Agency for International Development Technical Bulletin No. 98-2, College Station, Texas, USA
- Torres, A. y N. Fernández. 2010. 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, Venezuela. Segundo Simposio: La Tecnología del Pasto Vetiver en Venezuela. Una herramienta para la conservación del ambiente y el desarrollo comunitario. Programa y resúmenes. Universidad

Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. Junio 18. pp: 18
Vetiver Newsletter. 1992. Vetiver trials at CIAT Colombia. Newsletter of the Vetiver
Information Network, ASTAG, World Bank, Number 8, June. pp. 139-141.