

La adaptación autónoma al cambio climático mediante el uso del sistema vetiver: una herramienta para la conservación del suelo y el desarrollo comunitario

Área temática 3.4 El control de la erosión, los sedimentos y el cambio climático.

Comunicación No. 13

*Rodríguez Parisca Oscar y James Smyle***

**Universidad Central de Venezuela-Hidrocoberturas Vegetales, C.A.*

*** Red Mundial del vetiver TVNI www.vetiver.org
rodriguez@agr.ucv.ve; orodriguez@hidrocoberturas.com,
jsmyle@earthlink.net*

RESUMEN

El cambio climático trae consigo impactos ecológicos, económicos y sociales asociados al incremento de la temperatura, que se traducen en modificaciones de los patrones de precipitación y mayor amplitud de su variabilidad, aumentos en los riesgos de sequía, inundaciones repentinas, reducción de los rendimientos de los cultivos, aumento del nivel de los mares, reducción de la oferta de agua, entre otros efectos, siendo más vulnerables las poblaciones de países en desarrollo. Acrecentar las capacidades de adaptación es una necesidad para reducir la vulnerabilidad de las regiones más frágiles y de los grupos y comunidades más débiles. El sistema vetiver se presenta como una herramienta que permite reforzar la capacidad de respuesta de agricultores y comunidades en riesgo, como una adaptación autónoma o reacción independiente que realizan las comunidades y grupos de agricultores con sus propios recursos, conocimientos locales y habilidades, lo que supone una capacidad de respuesta endógena o resiliencia a los riesgos impuestos por el cambio climático. El sistema vetiver por ser una tecnología sencilla, de bajo costo y de libre acceso y que se basa en el uso de la planta de vetiver, de gran plasticidad ecológica, y por tanto tolerante a extremos ambientales, es idóneo como instrumento de adaptación autógena al cambio climático. Se presentan ejemplos de las aplicaciones del sistema vetiver para confrontar diversos tipos de impactos.

PALABRAS CLAVE: vetiver, adaptación autónoma, cambio climático, resiliencia, desarrollo comunitario

Introducción

El cambio climático se plantea quizás como el problema ambiental de carácter global de mayor envergadura por sus múltiples impactos ecológicos, sociales y económicos. El incremento promedio de la temperatura debido a la acumulación de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono- CO_2 , vapor de agua, metano- CH_4 , óxido nitroso- N_2O , y otros en menor proporción) es producto de las actividades humanas a partir del comienzo de la revolución industrial, principalmente por el uso de combustibles fósiles. Otra de las razones de este incremento han sido los cambios de uso de la tierra y la eliminación de grandes espacios boscosos, como lo señala el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007a).

Según el IPCC (2007b), el incremento de la temperatura en el globo terráqueo tendrá consecuencias diversas en diferentes regiones, en las zonas polares y en los glaciares de las zonas montañosas se está evidenciando una disminución de los mismos debido al derretimiento por las elevadas temperaturas alcanzadas. Esto tiene consecuencias en los ecosistemas de estas zonas y afecta también las corrientes marinas al recibir aguas dulces y frías que afectan las corrientes oceánicas y elevan el nivel del mar en las costas causando inundaciones y daños a edificaciones y áreas pobladas así como la salinización de estuarios, ríos y aguas subterráneas. También afecta el curso de importantes ríos que se originan por derretimiento de los glaciares y cuyo régimen hídrico se vería alterado. Se esperan cambios en los regímenes de precipitación global, generando ciclos de inundación y sequía y eventos climáticos extremos, lo cual perturba ecosistemas naturales destruyendo hábitats y alterando zonas agrícolas de las cuales dependen las fuentes de alimento para la humanidad. Con respecto a la salud humana el incremento de las temperaturas puede aumentar la mortalidad debido a olas de calor, también se amplían las áreas de infestación por vectores de enfermedades propias

de climas cálidos. Se estima que cientos de miles de personas sufrirían por escasez de agua y sequía o por inundaciones que los convertirían en refugiados por efectos del clima.

En Venezuela se espera según datos derivados de modelos de circulación climática para un escenario climático intermedio (MARN-PNUD-GEF, 2005 y Martelo, 2004) un aumento generalizado de temperatura y una disminución de la precipitación aún cuando pueden haber incrementos de la precipitación en algún momento del año, especialmente en la zona norte del país. La disminución de la precipitación traería como consecuencia una reducción en la disponibilidad de agua para consumo humano, producción de energía y producción agrícola. La mayor frecuencia de precipitaciones intensas implicará mayor riesgo de inundaciones repentinas y deslaves, especialmente graves en áreas ya de por sí vulnerables como las zonas montañosas altamente urbanizadas del arco andino costero. Una amplia superficie del territorio cambia de tipo climático extendiéndose los de tipo seco y aumentando los riesgos de desertificación, en particular en las zonas agrícolas. Desde el punto de vista hidrológico se espera una disminución de la disponibilidad y calidad del agua por efecto de la reducción de los caudales y recarga de los acuíferos, que acompañado por una mayor demanda de agua debido a los aumentos de temperatura se traducen en déficit de dicho recurso.

En cuanto a la producción agrícola, Puche et al (2004), utilizando modelos de simulación para tres cultivos representativos encuentran una reducción en los rendimientos atribuible a la reducción del ciclo, déficit de agua y cambios en el índice de cosecha pero principalmente por una disminución de la tasa de fotosíntesis e incremento de la tasa de respiración debido al incremento de la temperatura, especialmente la mínima. Córcega y Martelo (2007) estiman en cuatro estaciones climáticas de estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela un futuro más seco y caluroso, destacando alteraciones del

calendario agrícola y en relación al régimen térmico, mayor frecuencia de valores extremos de temperatura lo que supone un mayor discomfort animal y humano.

Necesidades de mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático

Para reducir los impactos del cambio climático se hace necesario el tomar medidas tanto de adaptación como de mitigación. Las medidas de mitigación tienen que ver más directamente con la reducción de emisiones de gases invernadero y estas buscan mantener los niveles de carbono controlados dentro de ciertos límites, mientras que las medidas de adaptación son una respuesta de ajuste a las alteraciones que buscan reducir la vulnerabilidad y los impactos negativos, así como aprovechar los beneficios, que de manera inevitable traerá el cambio climático.

Acrecentar las capacidades de adaptación es una necesidad para reducir la vulnerabilidad de las regiones más frágiles y de los grupos y comunidades más débiles. Esto es particularmente válido en los países en vías de desarrollo con falta de recursos económicos y acceso a la tecnología y en las zonas agrícolas marginales con limitaciones físicas importantes. La adaptación puede ser planificada y esta es generalmente ejecutada por organismos gubernamentales o instituciones privadas que cuentan con los recursos necesarios para ello, definiendo políticas y estrategias, a menudo de naturaleza multisectorial, dirigidas a alterar la capacidad de adaptación de los sistemas agrícolas o facilitando adaptaciones específicas. La adaptación autónoma o espontánea es una respuesta o reacción independiente que realizan las comunidades y grupos de agricultores con sus propios recursos, conocimientos locales y habilidades, lo que supone una capacidad de respuesta endógena o resiliencia a los riesgos impuestos por el cambio climático (FAO, 2007).

La nueva revolución agrícola debe enfocarse en una intensificación sostenible (prácticas con pocos insumos externos, pocas emisiones y desechos) y en la diversificación de cultivos y resiliencia al cambio climático. Nuevas biotecnologías “verdes” pueden llevar a cabo un rol invaluable al permitir a los agricultores adaptarse al cambio climático, mejorar la resistencia a plagas, restaurar la fertilidad y contribuir a la diversificación de las economías rurales (UN, 2012).

El sistema vetiver (SV) y el cambio climático

El sistema vetiver se basa en la utilización de la planta de vetiver *Chrysopogon zizanioides*, originaria de India pero distribuida ampliamente a nivel mundial en zonas de clima tropical, subtropical y mediterráneo. Utilizada con éxito para el control de erosión y la conservación del agua al ser plantada formando barreras vivas sobre el terreno que retienen sedimentos y reducen la escorrentía, representa una tecnología probada y disponible de bajo costo, de acceso libre y con usos alternativos que generan ingresos extras y beneficios a la comunidad.

La planta de vetiver posee una serie de características morfológicas (alta eficiencia como barrera), fisiológicas (adaptabilidad a condiciones adversas), ecológicas (no tolera sombra ni bajas temperaturas permanentes, es heliófita), y genéticas (no invasor) que la hacen idónea como planta a ser usada como barrera viva en la conservación de suelos y agua (Truong, 2009; Rodríguez, 1999a). Presenta una gran plasticidad ecológica ya que soporta variaciones de los factores ambientales tales como temperatura y humedad que le confieren una amplia tolerancia, y por tanto, facilidad de adaptación al cambio climático. Aquellos sistemas que puedan hacer frente de manera efectiva a la variabilidad climática serán más exitosos en adaptarse a los futuros cambios que los que carecen de flexibilidad ante situaciones extremas y más efectivos en reducir los riesgos ante impactos negativos.

En relación a las exigencias edafoclimáticas de la planta de vetiver, es importante destacar que puede sobrevivir en suelos en condiciones muy áridas o en cambio de alta humedad, de allí que se la considere una planta xerofítica e hidrofítica, lo cual parece una paradoja, pero es una realidad ampliamente comprobada. El vetiver puede vivir en suelos sumamente ácidos con pH hasta 3,5 y altos niveles de saturación de aluminio hasta 68% siempre que se le supla de niveles adecuados de nitrógeno y fósforo ó alcalinos con pH hasta 9,6. Puede vivir en suelos livianos, arenosos como en bancos de río, hasta bastante pesados, es decir muy arcillosos, como los vertisoles que son frecuentes en las sabanas inundables de Venezuela. El vetiver puede sobrevivir en suelos desde moderadamente salinos a muy salinos (4-8 a 8-16 de mScm-1). También es tolerante a niveles altos de metales pesados como cadmio, mercurio, níquel, cobre, zinc, arsénico, plomo y selenio (Truong et al. 2009).

Incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades y su capacidad de respuesta (resiliencia) es de una alta prioridad como confrontación al cambio climático y el sistema vetiver puede ser una herramienta que ayude con ese propósito. En el cuadro 1 se resumen una serie de aplicaciones del vetiver y donde pueden emplearse de manera de facilitar la adaptación a situaciones o impactos no deseados. Como puede deducirse, aún en ausencia de cambio climático la aplicación del sistema vetiver trae una serie de beneficios inmediatos a las comunidades e individuos que lo utilicen. El sistema vetiver representa una inversión "sin arrepentimientos", es efectivo y eficiente, con un alto potencial de masificación mediante la adaptación autónoma, de donde se desprende su mayor aceptación y potencial para la sostenibilidad ante las incertidumbres de los impactos a largo plazo.

En el anexo 1 se presentan una serie de experiencias a nivel mundial ilustradas con fotografías seleccionadas de la página web (www.vetiver.org) y el blog (<http://vetivernetinternational.blogspot.com/>) de la organización

TVNI (*The Vetiver Network International*), que muestran las bondades del sistema vetiver y sus múltiples y exitosas aplicaciones en agricultura, bioingeniería, fitorremediación, y la obtención de otros productos que contribuyen al desarrollo sustentable de las comunidades, particularmente aquellas más frágiles, fortaleciendo sus capacidades para responder de manera autónoma a un clima cambiante y disminuyendo su vulnerabilidad ante los impactos que dichos cambios acarrearán. Se puede ampliar la información visitando las direcciones mencionadas.

Cuadro 1. Aplicaciones del sistema vetiver: adaptación al cambio climático y reforzamiento de la capacidad de respuesta (resiliencia) Smyle, 2011.

Impactos tipos	Conservación del suelo y el agua	< velocidad de escorrentía y captura de sedimentos	Desviación de flujos	Incremento de la infiltración	Protección y estabilización de infraestructura	Estabilización de pendientes y de banco de río	Otros forraje, techado, mulch, artesanía
< flujo de base y sequía	X			X			X
> caudales pico e inundaciones repentinas	X	X	X	X	X	X	X
> deslizamientos		X	X			X	
> salinización					X		
Suministro de aguas urbanas / drenaje				X		X	
Estabilidad de infraestructura (diques, puentes, carreteras)		X	X		X	X	
Pérdidas de tierra y degradación	X	X	X	X	X	X	
< rendimientos agrícolas	X	X		X			X
> temperatura/humedad y estrés animales de cría	X			X			X
< seguridad alimentaria	X	X	X	X			

- *Conservación del suelo y el agua. Control de erosión y reducción del escurrimiento.*

En ensayos realizados en la estación experimental Bajo Seco de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en parcelas de erosión por muchos años se han reportado eficiencias para el control de erosión entre 80 y 100 % y para escorrentía entre 67 y 99% para diferentes condiciones de pendiente, preparación de suelos y diversos cultivos (Rodríguez y Fernández, 1992; Rodríguez, 1999b; Andrade, 1998). El suelo en estos ensayos fue clasificado como un Aquic Paleudult de textura franca, franca arenosa con restricciones a la penetración del agua por presentar un horizonte argílico entre 30-40 cm de profundidad muy compactado (Abreu y Ojeda, 1984). Cuando se combina la barrera con cobertura en superficie o "mulch" la eficiencia en el control de las pérdidas de suelo y agua se magnifica (ver figura 1). Las hojas de vetiver resultan en un excelente material como cobertura por su longevidad y por no acarrear malezas asociadas.

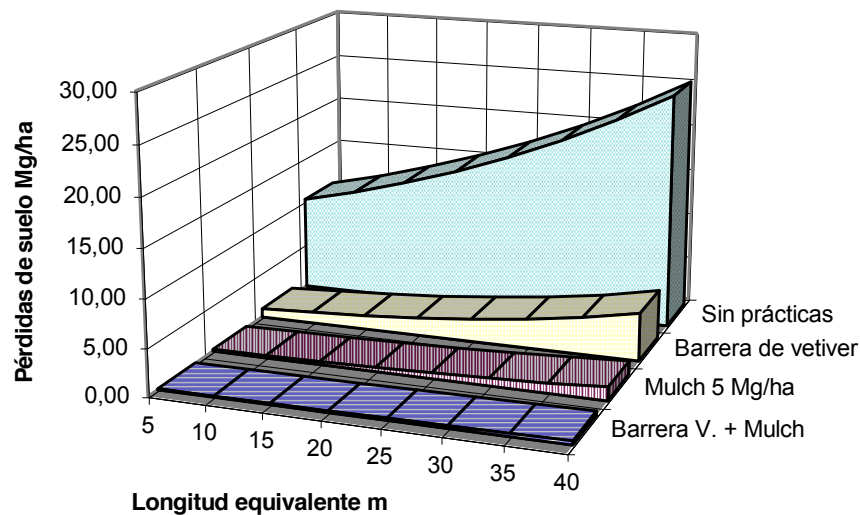


Figura 1. Efecto combinado de la longitud equivalente, residuos en superficie (5 Mg/ha) y barreras de vetiver en las pérdidas de suelo. Condición de humedad del suelo saturado. (15 % de pendiente-lluvia y escorrentía simulada) (Rodríguez, 1999b).

-Protección y estabilización de infraestructura. Estabilización de taludes y bancos de río

-Aspectos significativos de las raíces del vetiver

Las raíces del vetiver presentan características extraordinarias para su uso en bioingeniería. Hengchaovanich y Nilaweera (1998), Hengchaovanich (1999a y 1999b), analizan las propiedades de resistencia de las raíces del vetiver en relación a la estabilización de taludes, señalando que cuando una raíz penetra a través de una superficie potencial de corte (plano de falla) en un perfil de suelo, la distorsión de la zona de corte desarrolla una tensión en la raíz; el componente de esta tensión tangencial a la zona de corte resiste directamente al corte, mientras que el componente normal incrementa la presión de confinamiento en el plano de corte.

Estos autores utilizaron en su determinación de resistencia raíces frescas de vetiver de dos años de edad desarrolladas en la pendiente de un terraplén. Definen la resistencia de la raíz a la tensión como la máxima fuerza de tensión de la raíz dividida por el área de corte transversal de la raíz no expuesta a tensión (sin corteza, ya que así tiene menos fuerza). Encontraron que la resistencia media de las raíces de vetiver a la tensión varía entre 40 y 180 Mpa, para un rango de diámetro de raíz de 0,2 a 2,2 mm. La resistencia media a la tensión es de cerca de 75 Mpa para un diámetro de raíz de 0,7 a 0,8 mm que es el más común en el vetiver. Este valor equivale aproximadamente a 1/6 de la máxima resistencia a la tensión del acero blando. En análisis con bloques de suelo se evidenció que la resistencia a la fuerza de corte del suelo se incrementó en un 90% a 25 cm de profundidad. El incremento fue de 39% a 0.50 cm y gradualmente se reduce hasta 12,5% a 1 m de profundidad en una franja de 50 cm en la zona adyacente a la barrera de vetiver. Debido a su denso y masivo sistema de raíces subterráneo el pasto vetiver ofrece un mayor incremento en la resistencia del suelo a las fuerzas de corte por unidad de concentración de

fibra (6-10 kPa por kg de raíz por m³ de suelo) en comparación con raíces de árboles (3,2-3,7 kPa por kg de raíz de árbol por m³ de suelo).

-Estabilización de taludes

La inestabilidad de los taludes se debe a efectos de la erosión superficial y a la debilidad estructural del talud. La erosión superficial puede magnificarse en forma de surcos y cárcavas o zanjones, mientras que la debilidad estructural causa movimientos en masa como derrumbes y deslizamientos. Normalmente una cobertura vegetal inducida por hidrosiembra es suficiente para controlar la erosión superficial y plantas de enraizamiento profundo se utilizan para reforzar la estructura del talud. Sin embargo, en taludes de conformación reciente el material no está consolidado y pueden formarse surcos y cárcavas aún cuando se proteja la superficie. En estos casos se necesita un reforzamiento estructural rápido. Los árboles son de crecimiento lento y pueden no adaptarse a estos ambientes hostiles. El vetiver puede suplir esta necesidad por su relativamente rápido crecimiento y su sistema de raíces profundo y denso, por lo que no debe compararse la tecnología del vetiver con la de la hidrosiembra, ya que ambas cumplen diferentes funciones y se complementan. (Truong, 1999; Hengchaovanich, 1999a).

-Protección de infraestructura

Además de estabilizar taludes adyacentes a infraestructuras, el vetiver puede ayudar en el control de erosión y como trampa de sedimentos en estructuras de drenaje, evitando la formación de cárcavas, estabilizando dichas estructuras y al mismo tiempo filtrando los sedimentos, y de esa manera disminuir el riesgo de deterioro y las necesidades de mantenimiento de dichas estructuras. Esto es particularmente útil a la entrada y salida de alcantarillas y en los bordes de las cunetas en la interface de contacto entre

materiales diferentes como son el suelo y la estructura propiamente dicha. Los gaviones y muros de concreto también se benefician de la protección por barreras de vetiver al disminuir las velocidades y las cargas hidráulicas de los flujos de escorrentía así como la cantidad de sedimentos acompañantes. Las barreras distribuyen en forma dispersa los flujos de agua evitando su concentración en puntos específicos donde pueden originarse zanjonos o cárcavas.

-Otras aplicaciones del vetiver

Tanto la planta viva de vetiver como sus partes cosechadas poseen una variedad de aplicaciones y utilidades a nivel casero e industrial lo cual puede ayudar en la diversificación económica de familias y comunidades, disminuyendo su vulnerabilidad y reforzando su resiliencia a las amenazas de todo tipo, ayudando a reducir los riesgos impuestos por el cambio climático. Se pueden listar usos como material de construcción para el techado y elaboración de paneles, en piezas de artesanía tanto utilitarias como decorativas, productos medicinales, fragancias y perfumes, como fuente de energía usando su biomasa, entre otros (Rodríguez y Yépez, 2006).

Conclusiones y recomendaciones

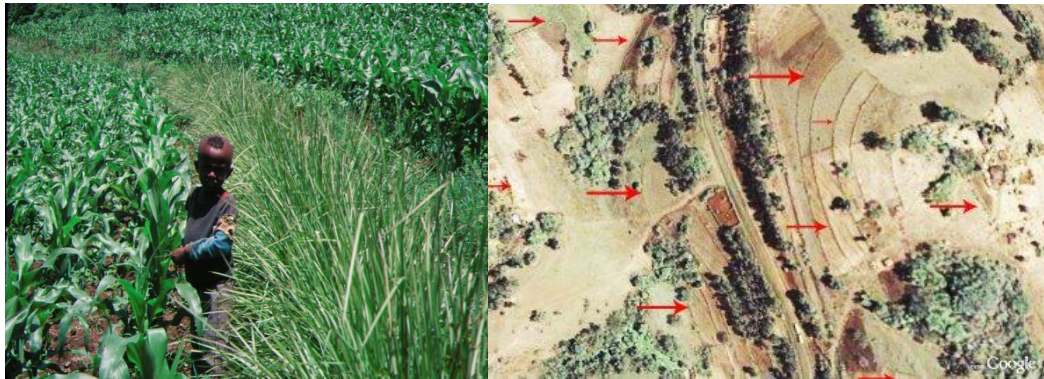
- El sistema vetiver por ser una tecnología sencilla, de bajo costo y de libre acceso, y que se basa en el uso de la planta de vetiver, de gran plasticidad ecológica, y por tanto tolerante a extremos ambientales, es idóneo como instrumento de adaptación autógena al cambio climático.
- Los campos de aplicación del sistema vetiver son amplios tal y como han sido ilustrados a través de ejemplos en el presente trabajo, incluyendo la conservación de suelos y agua, la bioingeniería, la fitorremediación y la producción industrial y artesanal, contribuyendo eficazmente al desarrollo sustentable de las comunidades y fortaleciendo su resiliencia al cambio climático.
- Se requiere la intervención del sector público a los fines de fortalecer las capacidades de adaptación autógena al cambio climático, de manera que los productores agrícolas y otros usuarios de la tierra, que usualmente no reconocen el papel que la conservación de suelos y aguas puede tener en la confrontación de los impactos del cambio climático, valoren su importancia y beneficios, y se motiven al uso de tecnologías conservacionistas. Esto puede lograrse mediante campañas divulgativas, educativas y de entrenamiento en técnicas específicas, siendo el sistema vetiver una opción de fácil transferencia y adopción.

Bibliografía

- Abreu, X. y E. Ojeda (1984) **Los suelos de la Estación Experimental Bajo Seco. Cotas 1720-1900 msnm (Facultad de Agronomía-UCV)**. Estudio agrológico especial. Tesis de Pregrado. Instituto de edafología, Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, 204p.
- Andrade del C., O. (1998). **Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera**. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Noviembre. 83p.
- Córcega, E. y Martelo, M. (2007) **Consecuencias agrícolas y ambientales del cambio climático, en las condiciones de confort humano y animal, de las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía, UCV** Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. Vol. 30, Edición Especial, 1 – 10.
- FAO (2007) **Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities**.FAO, Roma, Italia. 24p.
- Hengchaovanich D. (1999a). **15 Years Of Bioengineering In The Wet Tropics: from A (Acacia auriculiformis) to V(Vetiveria zizanioides)**. 1st Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bio-engineering, Manila, April. 8 p.
- Hengchaovanich D. (1999b). **El pasto vetiver en la estabilización de pendientes y el control de la erosión (con énfasis especial en las aplicaciones de ingeniería)** APT Consult Co. Ltd. Bangkok, Tailandia. 14p.
- Hengchaovanich D. y Nilaweera, N. (1998). **An assessment of strength properties of vetiver grass roots in relation to slope stabilization**. Proc. 1st Int. Conf. On Vetiver. Chomchalow and Henle (eds) 1998. Chiang Rai, Thailand, pp: 153-158
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007b) **The Potential Impact of Climate Change on Agriculture and Forestry. Likely Impacts of Climate Change**, Report from Working Group II to IPCC, OMM, PNUMA. 35 p.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007a) **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. PARIS. 18 p.
- MARN-Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, PNUD-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y GEF-Fondo Mundial para el Medio Ambiente (2005) **Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela** Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 162p.
- Martelo, María T. (2004) **Consecuencias Ambientales Generales del Cambio Climático en Venezuela** Trabajo de Ascenso a la categoría de Profesor Agregado, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 112 p.

- Puche, M., Silva, O. y Warnock, R. (2004). **Evaluación del efecto del cambio climático sobre cultivos anuales en Venezuela.** Universidad Central de Venezuela, facultad de Agronomía, postgrado en Agronomía. Programa de modelos agroambientales. Papel de trabajo para la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Rodríguez, O. S. (1999a) **Experiencias recientes sobre las aplicaciones del vetiver en bioingeniería en el ámbito internacional.** Memoria. Taller de Bioingeniería para la construcción Post Mitch: Experiencia en el uso del vetiver para la protección y estabilización de infraestructura. Red Latinoamericana de Vetiver, banco Mundial y NOBS hidrodifusión S.A de C.V. San Salvador, el Salvador. pp: 23-32
- Rodríguez, O. S. (1999b). **Efecto de las Barreras Vivas y de las Coberturas en la Conservación de los Suelos en diferentes Sistemas de Producción Agrícola.** En: Conservación de Suelos y Aguas en la Zona Andina. Karl Müller-Sämann y José Restrepo Eds. Memorias del Taller Internacional Regional: "Hacia Conceptos Integrales en la Conservación de Suelos y Aguas en la Zona Andina", celebrado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), octubre 1997.
- 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 and Kebede Tato Eds. 6th International Soil Conservation Conference Ethiopia y Kenya 6-18 November 1989, Selected papers. Walsworth Publishing Company, Kansas, USA. pp: 393-406
- Rodríguez, O. S. y G. Yépez (2006). **VETIVER (Vetiver zizanioides) Una Extraordinaria Planta Para La Protección Ambiental.** Revista Natura No. 128 Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas, pp. 30-37.
- Smyle, J. (2011) **Confronting Climate Change: Vetiver System Applications.** Libro de resúmenes. The Fifth International Conference on Vetiver (ICV-5) Vetiver and Climate Change CSIR-Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Lucknow, India 28-30 October 2011
- Truong, P. (1999). **Vetiver Grass Technology for Land Stabilization, Erosion and Sediment Control in the Asia Pacific Region.** 1st Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bio-engineering, Manila, April. 10 p.
- Truong, P. Van, T. y Pinnars, E. (2009) **Aplicaciones del Sistema Vetiver-Manual Técnico de Referencia.** Edición en español. The Vetiver Network International. EEUU. 96p.
- UN (2012) **Resilient People, Resilient Planet. A future worth choosing.** The report of the United Nations Secretary-General High-level panel on Global Sustainability.

ANEXO 1



El Sistema Vetiver ha sido utilizado en el Occidente de Ethiopia desde hace más de 20 años por más de 17.000 agricultores, con incrementos de los rendimientos hasta del 50% , reducción de la erosión en más del 90 % y de la escorrentía en al menos 70%.



Cultivos protegidos por barreras de vetiver. Bananos en Tailandia, café en Venezuela, sorgo en Australia y viñedos en Nueva Zelanda.



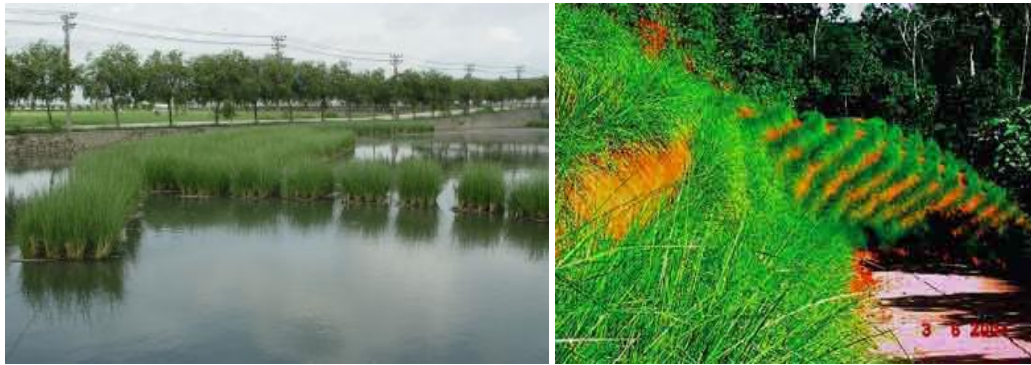
Barreras de vetiver protegiendo taludes de corte en autopista (izquierda) y, la estabilización de una cárcava(derecha), ambos en el Congo.



Barreras de vetiver protegiendo taludes de relleno, a la izquierda en autopista en El Salvador y a la derecha en Malasia.



Protección de dique con patrón rectangular de barreras de vetiver (izquierda), y de banco de río (derecha), ambos en Vietnam, donde se han utilizado miles de km de barreras con este fin, protegiendo a las comunidades de desastres naturales.



Tratamiento de aguas residuales de granja porcina en China (izquierda) y labores de rehabilitación en mina de bauxita en Venezuela (derecha)



Uso del vetiver para techado, en Etiopía (izquierda) y en Venezuela (derecha).



Elaboración de artesanías con fibra de hojas de vetiver en Tailandia (izquierda), y en Venezuela (derecha).