



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



The Vetiver Network  
International



Red  
Latinoamericana  
del Vetiver

*Rodríguez Parisca Oscar y James Smyle\*\**

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

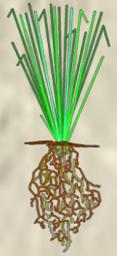
*\*\* Red Mundial del vetiver TVNI [www.vetiver.com](http://www.vetiver.com)*

*rodriguez@agr.ucv.ve; orodriguez@hidrocoberturas.com,*

*jsmyle@earthlink.net*

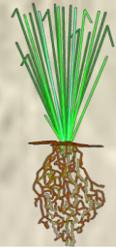


## *Aspectos a considerar*



- El cambio climático se plantea quizás como el problema ambiental de carácter global de mayor envergadura por sus múltiples impactos ecológicos, sociales y económicos.
- 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 a los riesgos e impactos impuestos por el cambio climático.
- Se plantean ejemplos de las aplicaciones del sistema vetiver para confrontar diversos tipos de impactos.

# Introducción. El cambio climático. Causas y evidencias



Partes por millón y por volumen

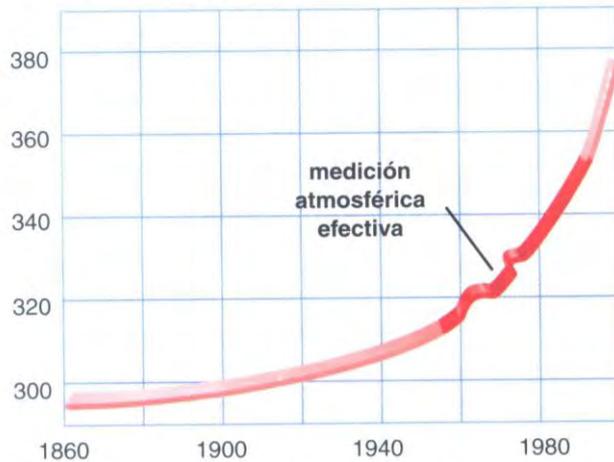


Fig. 18. Concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

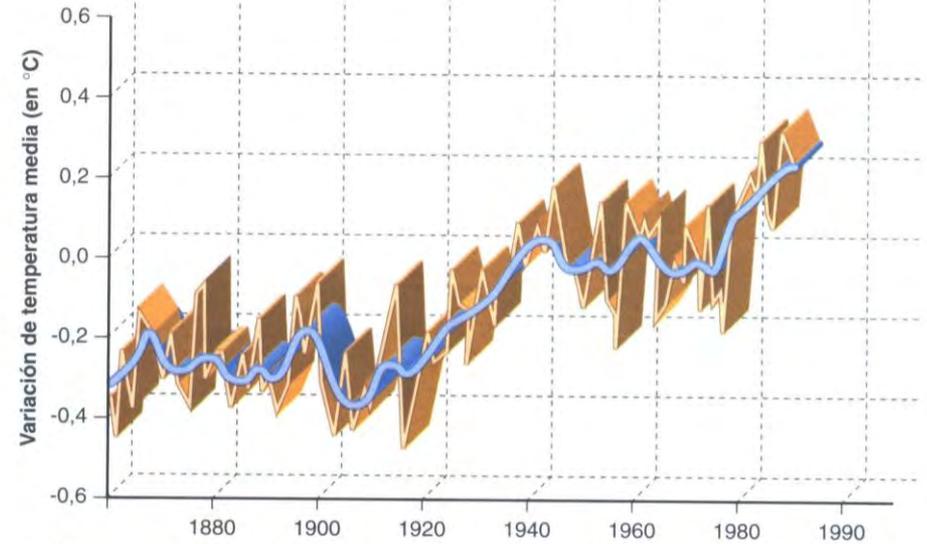


Fig. 20. Variación de la temperatura global media. Calentamiento medio de 0,5 °C.

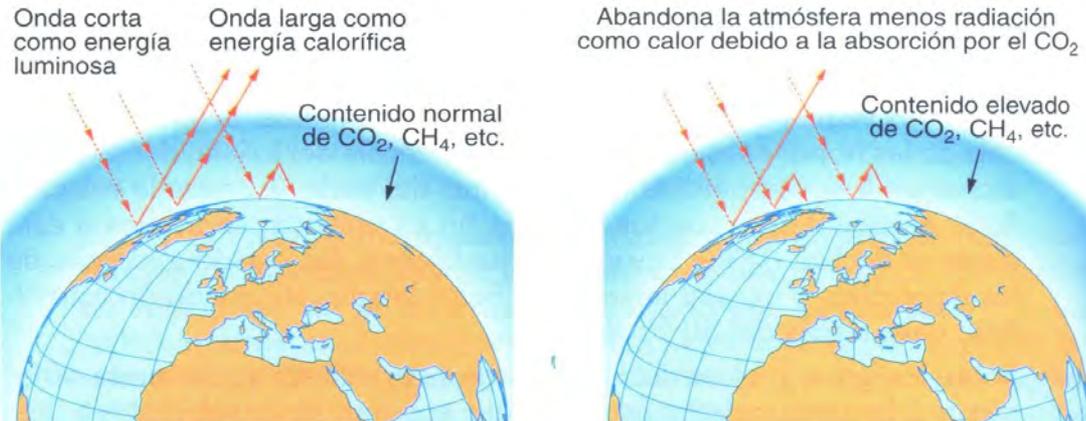
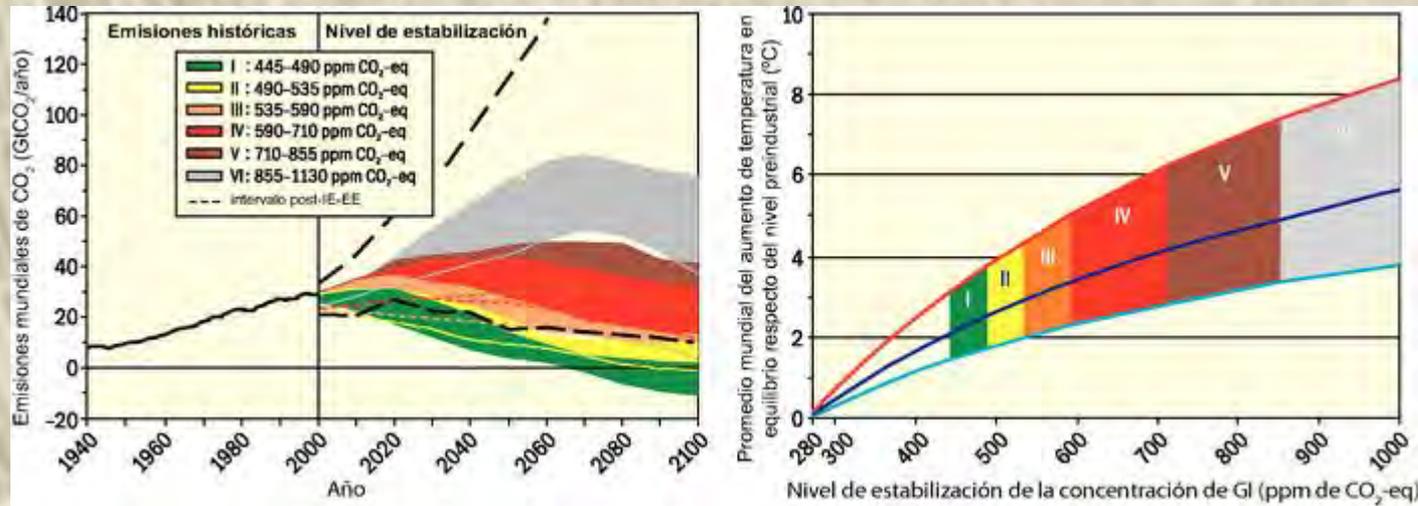
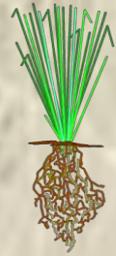


Fig. 17. Esquema del efecto invernadero.

# Introducción. El cambio climático. Escenarios e impactos



IPCC, 2007

Los cambios parecen evidentes: la mayoría de los escenarios negativos, unos peores que otros

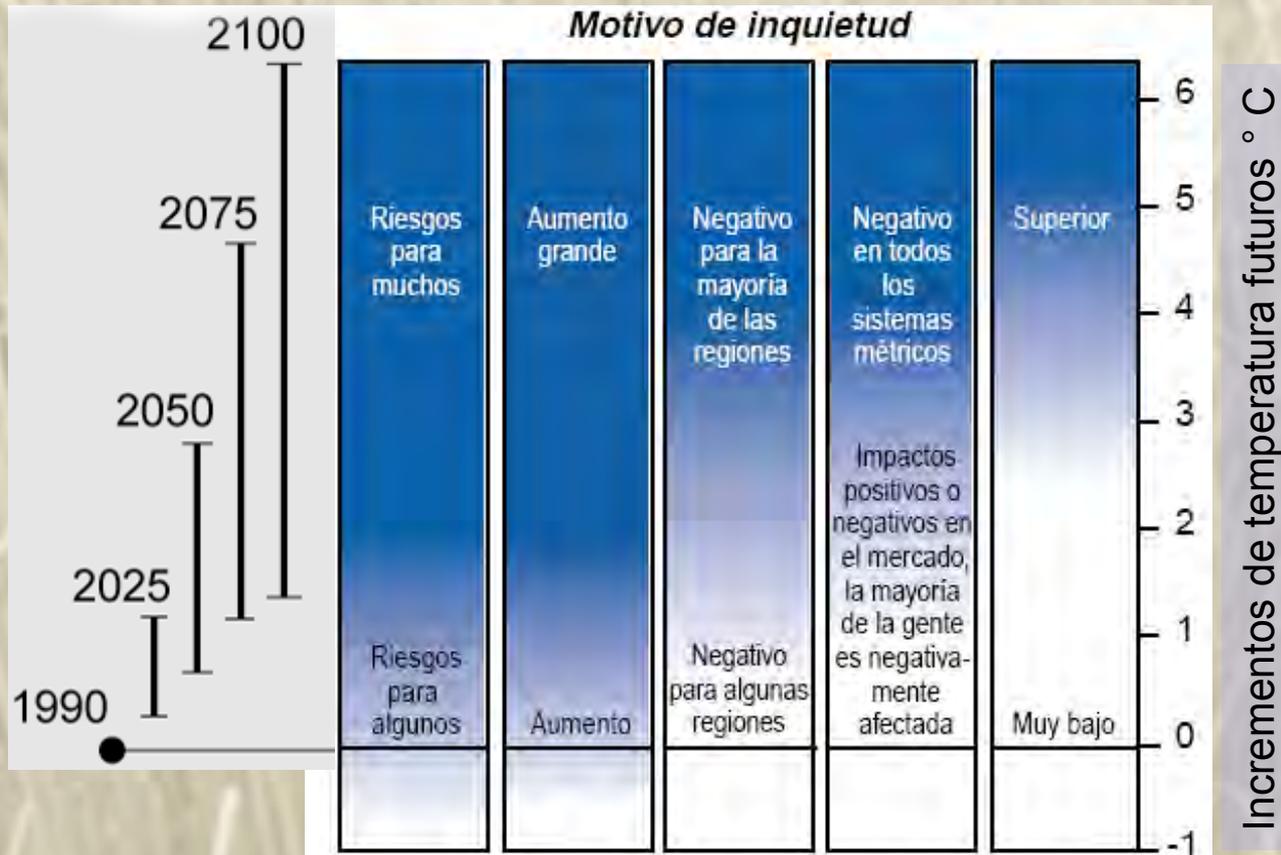
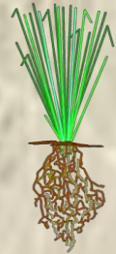
- Temperatura 1,1 -6,4 °C (muy variable localmente)
- Nivel del mar 0,18-0,59 m (muy variable localmente)
- Precipitación  
Incrementos > 20 % latitudes altas y trópicos húmedos  
decrecimientos > 20% latitudes medias y trópico semi-árido

## *Efectos del cambio climático*



- **Agua dulce** en general zonas húmedas más húmedas y zonas secas más secas | Aridez se expande | Eventos extremos se incrementan ampliándose la variabilidad | incremento del riesgo de inundaciones severas | fuentes de agua se reducen, especialmente las relacionadas con glaciares y derretimiento de nieve.
- **Ecosistemas** se excede la resiliencia de muchos durante este siglo | incrementa el número de especies amenazadas.
- **Alimentos** aumento de la producción en latitudes altas por fertilización del CO<sub>2</sub> e incrementos de temperatura < 3°C pero en latitudes bajas efectos de mayores temperaturas reducen los rendimientos.
- **Nivel del mar** aumentan los niveles del mar | salinización de las aguas dulces costeras | incremento de la erosión costera e inundaciones
- **Temperatura** extremos de frío y calor más frecuentes | efectos perjudiciales directos e indirectos en la salud de la población

# Riesgos e impactos del cambio climático

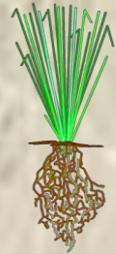


Rango de incertidumbres y escenarios futuros

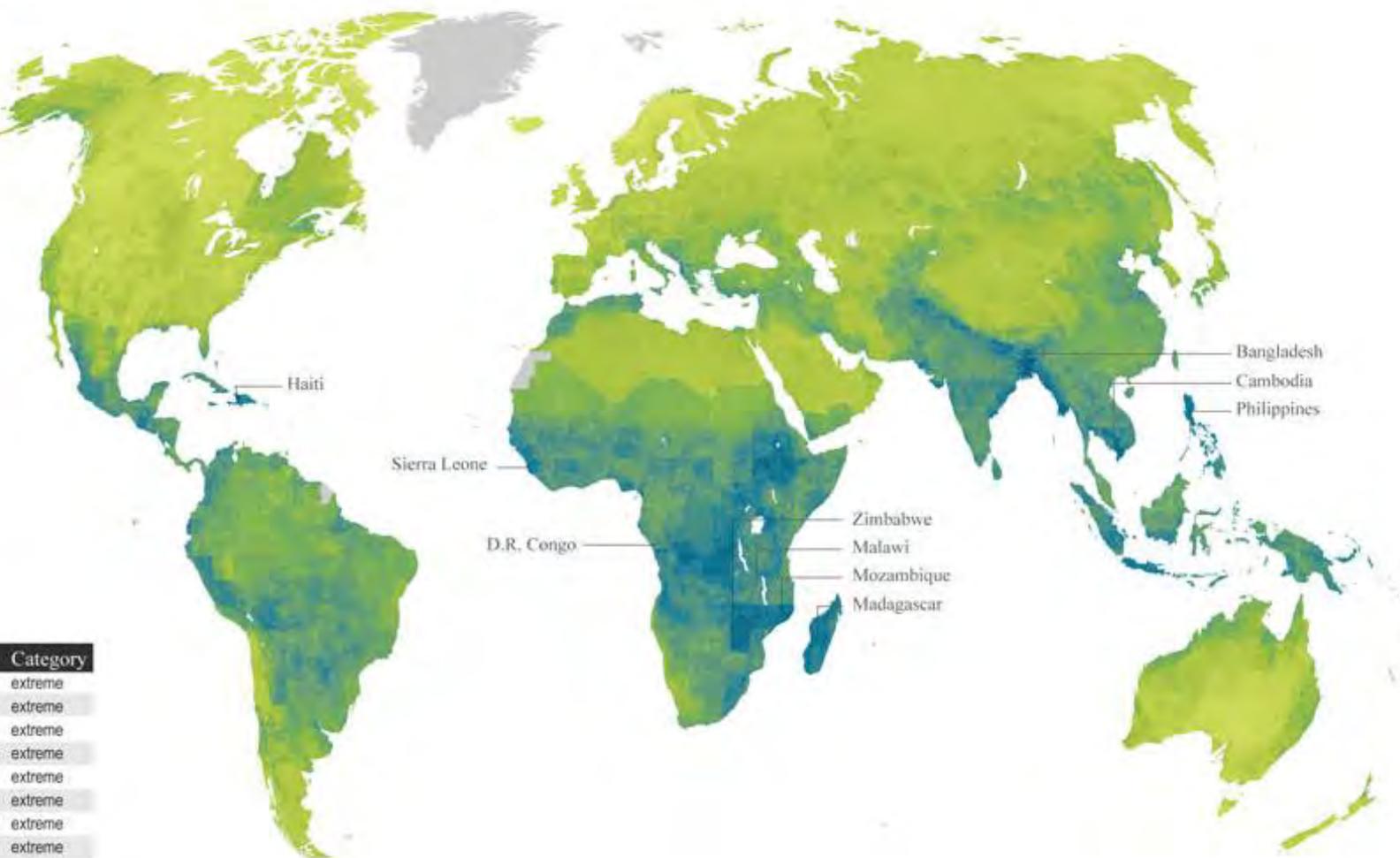
- I Riesgos para sistemas exclusivos y amenazados
- II Riesgos de sucesos extremos del clima
- III Distribución de impactos
- IV Impactos agregados
- V Riesgos de discontinuidades futuras a gran escala

Incrementos de temperatura futuros ° C

# Vulnerabilidad al cambio climático

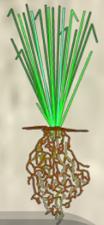


- Extreme risk
- High risk
- Medium risk
- Low risk
- No Data



Rank	Country	Category
1	Haiti	extreme
2	Bangladesh	extreme
3	Zimbabwe	extreme
4	Sierra Leone	extreme
5	Madagascar	extreme
6	Cambodia	extreme
7	Mozambique	extreme
8	DR Congo	extreme
9	Malawi	extreme
10	Philippines	extreme

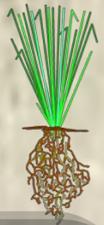
## *El cambio climático en Venezuela*



• 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** con incremento en la frecuencia de eventos de alta intensidad:

- ✓ Reducción de la disponibilidad de agua
  - menores caudales
  - disminución de la recarga de los acuíferos
  - aumento demanda de agua por > temp.
- ✓ Reducción de la producción de energía y agrícola
- ✓ Mayor riesgo de inundaciones repentinas y deslaves
- ✓ Aumento de territorios con tipo climático seco y procesos de desertificación

## *El cambio climático en Venezuela*



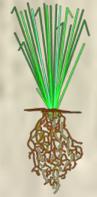
- Puche et al (2004), utilizando modelos de simulación para tres cultivos representativos encuentran una **reducción en los rendimientos** atribuible a la reducción del ciclo, déficit de agua y cambios en el índice de cosecha, disminución de la tasa de fotosíntesis e incremento de la tasa de respiración 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 para confrontar los impactos del cambio climático*



- **Medidas de mitigación:** reducción de emisiones de gases invernadero y mantener los niveles de carbono controlados dentro de ciertos límites
- **Medidas de adaptación:** respuesta de ajuste a las alteraciones que buscan reducir la vulnerabilidad y los impactos negativos, así como aprovechar los beneficios.
  - ✓ **planificada**, ejecutada por organismos gubernamentales o instituciones privadas, definiendo políticas y estrategias dirigidas a alterar la capacidad de adaptación de los sistemas agrícolas o facilitando adaptaciones específicas.
  - ✓ **autónoma ó espontánea**, 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.

## *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 que retienen sedimentos y reducen escorrentías, representa una tecnología probada y disponible de bajo costo, acceso libre y con usos alternativos que generan ingresos y beneficios a la comunidad.
- Incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades y su capacidad de respuesta (resiliencia) es de una alta prioridad como confrontación alCC y el SV puede ser una inversión “sin arrepentimientos” que ayude con ese propósito. Aún en ausencia de CC la aplicación del SV trae una serie de beneficios inmediatos, teniendo mayor aceptación y potencial para la sostenibilidad.

# Características y requerimientos del vetiver



- ✓ **Una morfología única** (*ideal como planta para barreras vivas*)
  - Tallos y hojas firmes y erguidas
  - Un sistema radical profundo y de alta capacidad de exploración
- ✓ **Su tolerancia y resiliencia fisiológica** → adaptación al CC
  - Gran plasticidad ecológica ya que soporta variaciones de los factores ambientales tales como temperatura y humedad, así como adaptación a diversos tipos de suelo. No tolera sombra ni bajas temperaturas permanentes
  - Adaptable a condiciones adversas (pH, salinidad, sodicidad, toxicidad por metales pesados, quemas, inundaciones)
- ✓ **Sus características hidráulicas**
  - Reducción y desviación de escorrentía, resiste flujos concentrados
- ✓ **Su carácter no invasor**
  - Cultivares domesticados del sur de la India se consideran estériles (Monto/sunchine > 60% utilizados a nivel mundial)



**Tallos firmes y erguidos conforman una barrera densa y continua**



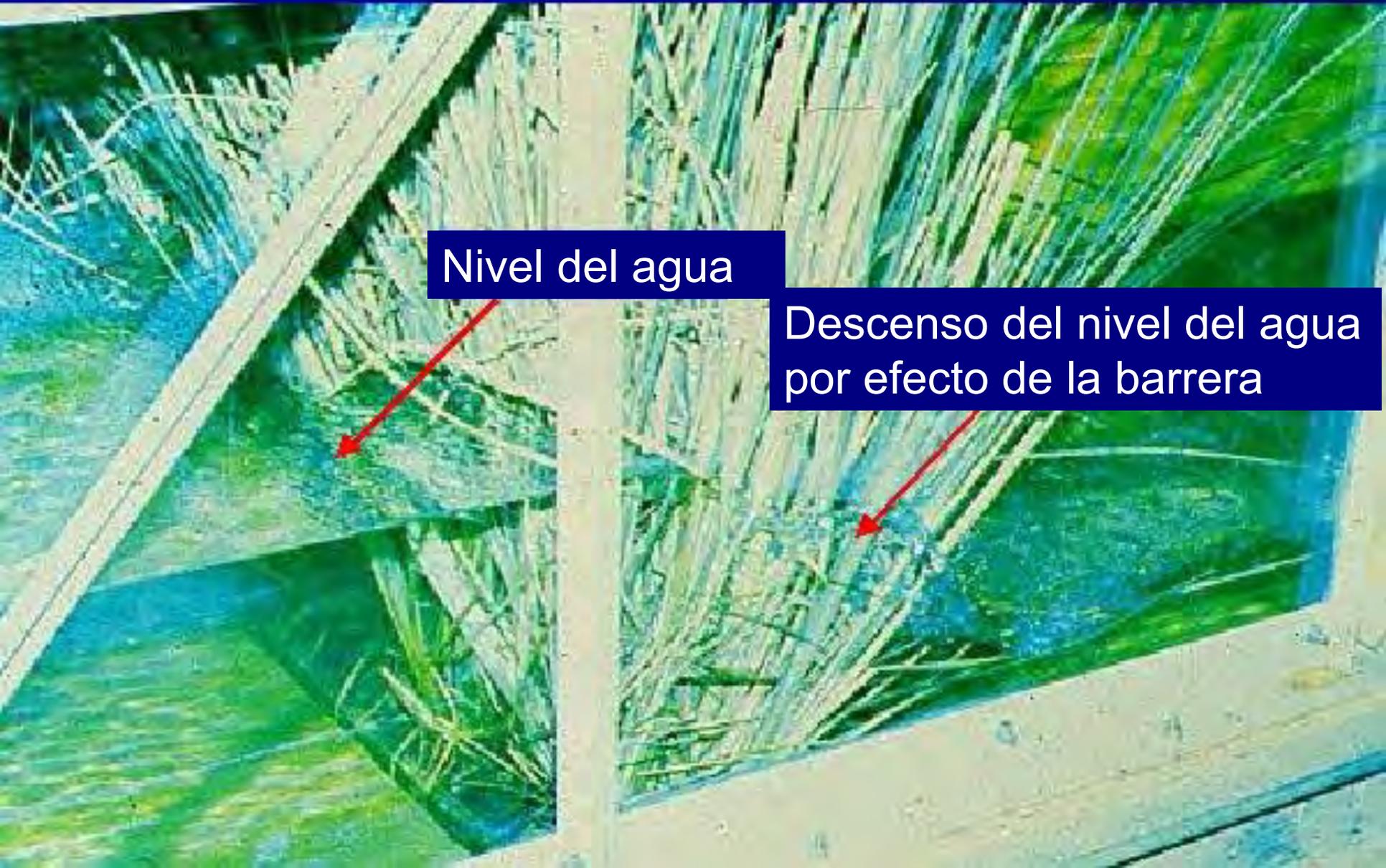
**Raíces profundas y penetrantes: Planta de un año de edad con sistema radical de hasta 3.3 m en China, Venezuela y Tailandia**

**Las raíces de vetiver tienen una fuerza tensil de 75 Mpa, el equivalente a 1/6 de la fuerza del acero blando**



# Pruebas en laboratorio de hidráulica

S. Dabney-ARS, USDA s/f



Nivel del agua

Descenso del nivel del agua por efecto de la barrera

# VETIVER

```
graph TD; V[VETIVER] --> PV[Plantas vivas]; V --> PS[Plantas secas  
Raíces, hojas y corona]; PV --> AA[Aplicaciones agrícolas]; PV --> ANA[Aplicaciones no agrícolas]; PS --> APC[Artesanías y productos caseros]; PS --> PI[Productos industriales]; AA --> CSA[Conservación S y A]; ANA --> BI[Bioingeniería]; ANA --> FR[Fitorremediación]; PI --> MC[Material de construcción];
```

The diagram is a hierarchical flowchart starting with 'VETIVER' in an orange box at the top. It branches into 'Plantas vivas' (green box) and 'Plantas secas Raíces, hojas y corona' (yellow box). 'Plantas vivas' leads to 'Aplicaciones agrícolas' and 'Aplicaciones no agrícolas' (both in green ovals). 'Aplicaciones agrícolas' leads to 'Conservación S y A' (green oval). 'Aplicaciones no agrícolas' leads to 'Bioingeniería' and 'Fitorremediación' (both in green ovals). 'Plantas secas' leads to 'Artesanías y productos caseros' and 'Productos industriales' (both in yellow ovals). 'Productos industriales' leads to 'Material de construcción' (yellow oval).

Plantas vivas

Aplicaciones agrícolas

Aplicaciones no agrícolas

Conservación S y A

Bioingeniería

Fitorremediación

Plantas secas  
Raíces, hojas y corona

Artesanías y productos caseros

Productos industriales

Material de construcción

## Planta viva sobre el terreno

### **Barrera viva para el control de la erosión hídrica**

Regulación de la humedad

Mitigación de desastres

Cortina rompevientos

Cultivo trampa

Prevención, mitigación y control de la contaminación de suelos y aguas (Agrícola, Minera, Industrial, Urbana)

Demarcación de linderos

Construcción de canteros

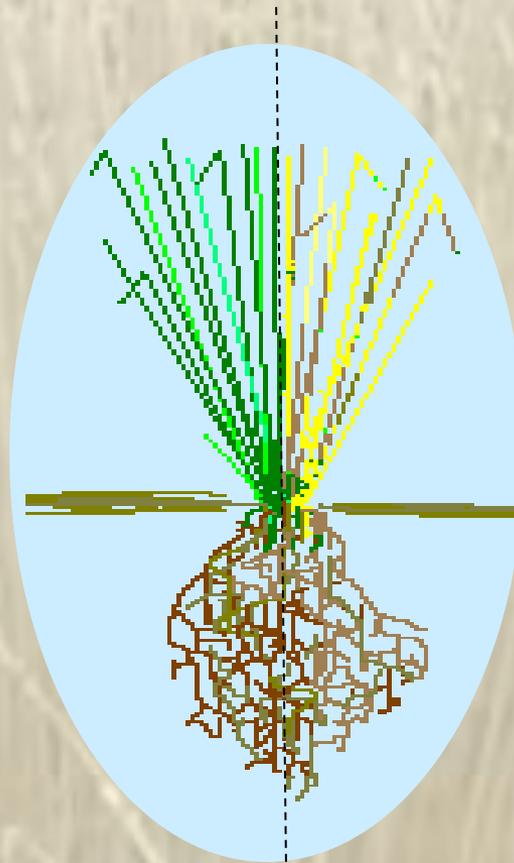
Estabilización de taludes

Protección de infraestructura

Manejo de Cuencas

Rehabilitación y saneamiento de tierras

Ornamental en paisajismo



## Partes cosechadas de la planta

Elaboración de artesanías

Techado de viviendas y estructuras

Mulch o cobertura de suelos

Substrato para producción de hongos comestibles

Compost

Medicina natural

Aromaterapia

Plaguicida natural

Aceites esenciales para fragancias y perfumes

Bloques de adobe y potes de arcilla

Aglomerados y otros productos industriales

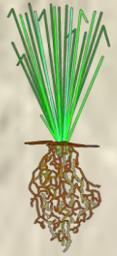
Fuente de energía

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

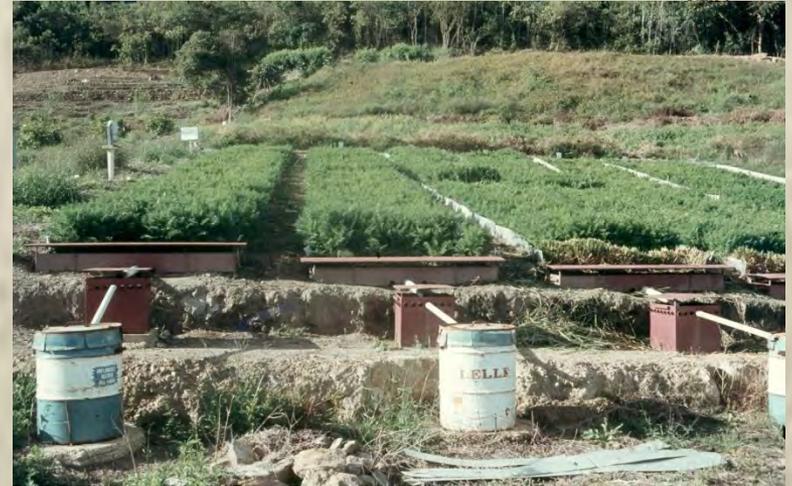


Impactos tipos	Conservación del suelo y el agua	< velocidad de escorrentía y captura de sedimentos	Desviación de flujos	Incremento de la infiltración	Protección y estabilización de infraestructura	Estabilización de pendientes y de banco de río	Otros forraje, techado, mulch, artesanía
< flujo de base 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 de suelos y agua



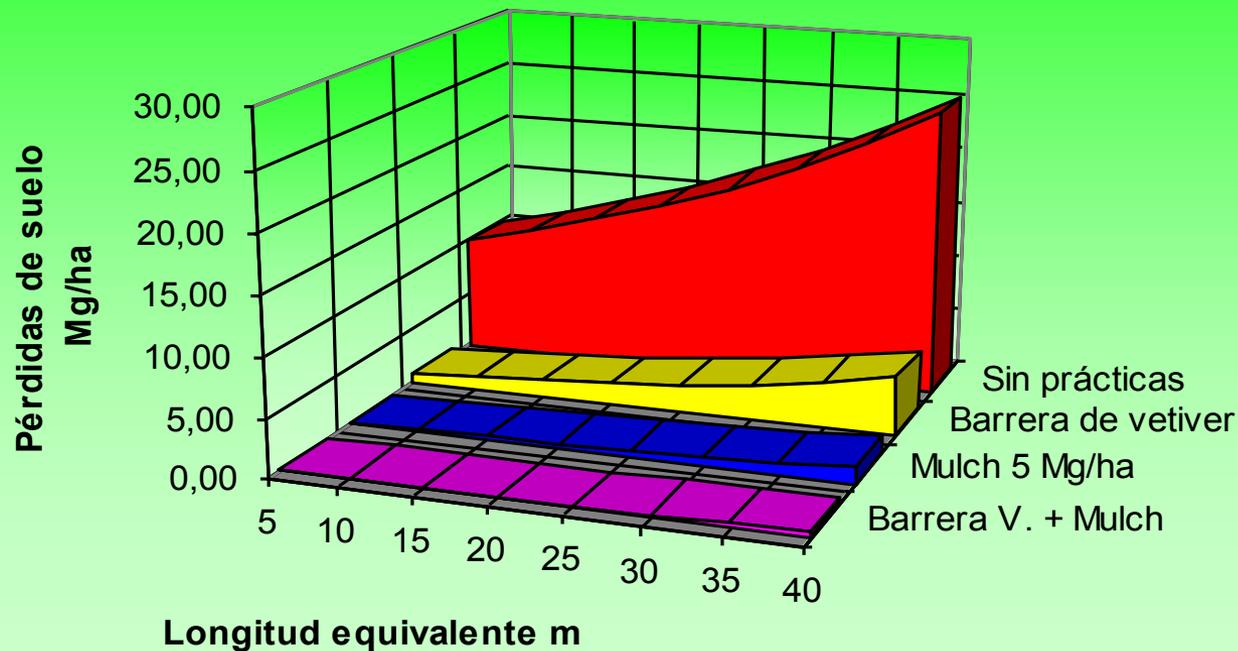
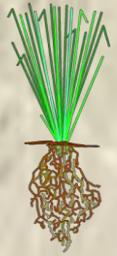
# Conservación de suelos y agua



Se han encontrado 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)



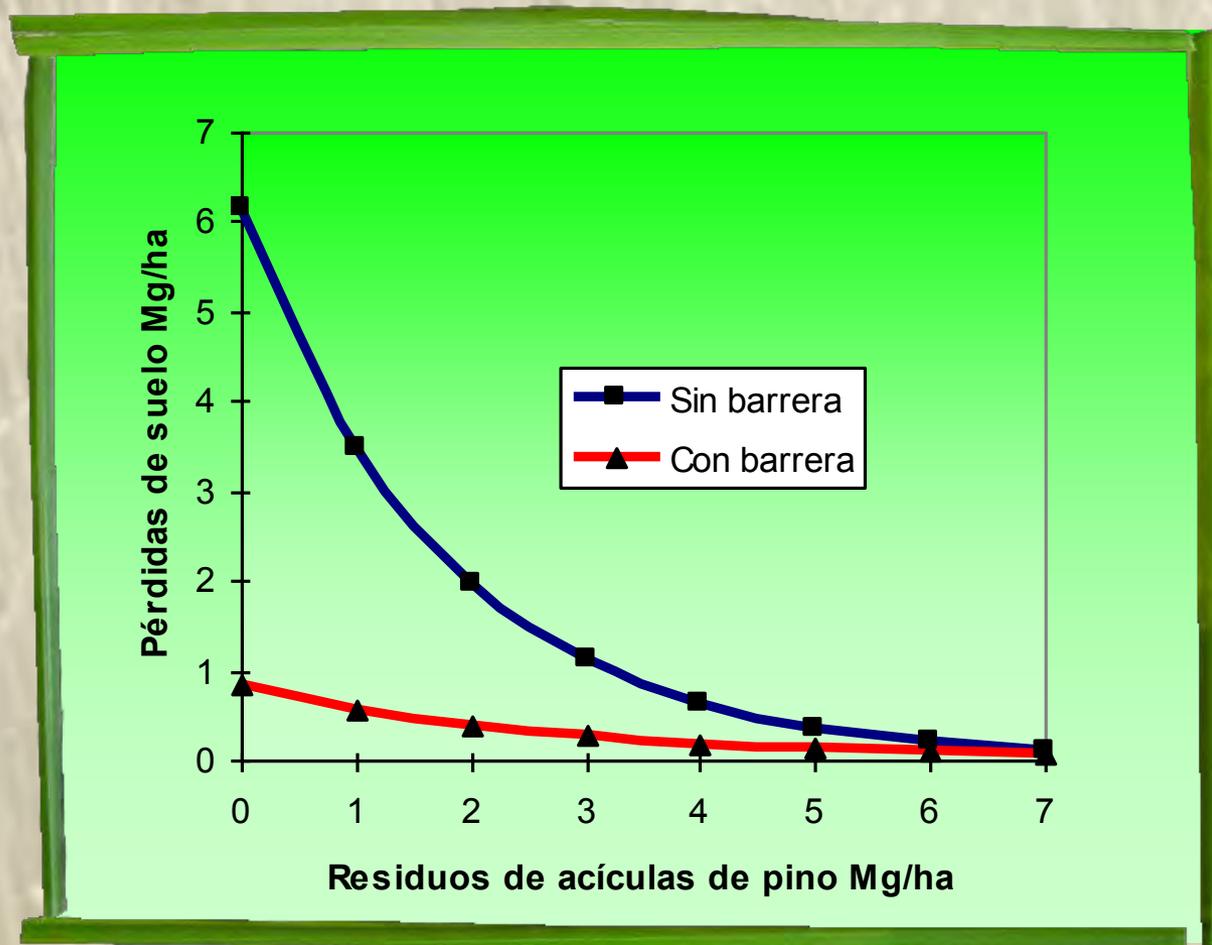
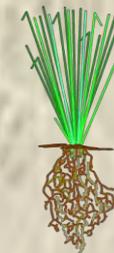
# Conservación de suelos y agua



Efecto combinado de la longitud equivalente, residuos (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, 1998.

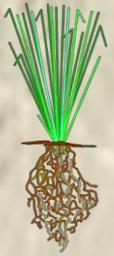
# Investigación sobre vetiver en Venezuela y Latinoamérica



Pérdidas de suelo en función del nivel de cobertura de acículas de pino, con barrera de vetiver y sin barrera (15 % de pendiente-lluvia simulada).

Rodríguez, 1998.

# Conservación de suelos y agua

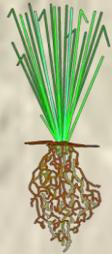


Sin barrera



Con barrera

# Conservación de suelos y agua



## Efecto de la aplicación de mulch de vetiver en el establecimiento de la asociación vetiver – teca en un alfisol del Estado Portuguesa E. Arrieche y X. Abreu, 2010.

Cuadro 1. Análisis de varianza y medias corregidas para las variables altura, diámetro y perímetro en el vetiver.

Tratamiento	Altura**	Diámetro**	Perímetro**
T1-100%	203,84 a	38,864 a	91,908 a
T2-50%	148,15 c	31,640 b	79,792 b
T3-0%	164,68 b	33,808 b	88,580 a

\*\* Diferencias altamente significativas

**El vetiver respondió significativamente a la cantidad de mulch con incrementos de 37.6, 22 y 15 % para las variables altura, diámetro y perímetro comparado con t2, un comportamiento similar se presentó con t3.**

# Conservación de suelos y agua



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.



Barrera rompeviento



Estabilización de dunas



Protección de inundaciones



Cultivo trampa



Alimentación animal



Mecanización

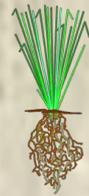


Usos industriales y artesanales



Cobertura

# Protección y estabilización de infraestructura



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

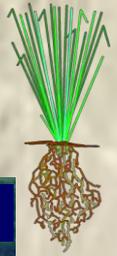


Barreras de vetiver protegiendo taludes de relleno, a la izquierda en autopista en El Salvador y a la derecha en Malasia.



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

# *Protección y estabilización de infraestructura*



**Falla de borde ARC Venezuela**

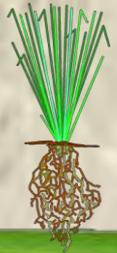


**Falla de borde Vía, Charallave -Venezuela**



**Complejo Criogénico Jose –Venezuela**

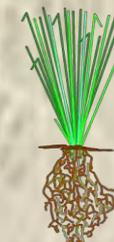
# Protección y estabilización de infraestructura



VETIVER CVG BAUXILUM –LOS PIJIGUAOS- PROJECT VETIVER ANTIEROSION C.A  
OSWALDO LUQUE M, RAFAEL LUQUE M.-JULIO 2005 (fotos R. Luque)



## Otros usos del vetiver



Tratamiento de aguas residuales de granja porcina en China (izq.) y efluentes de fábrica de gaseosas en Venezuela (derecha)

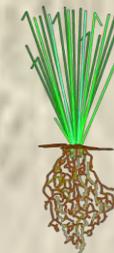


Uso del vetiver para techado, en Etiopía (izquierda) y en Venezuela (derecha).

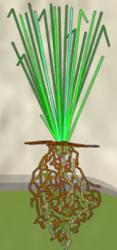


Elaboración de artesanías con fibra de hojas de vetiver en Tailandia (arriba), y en Venezuela (abajo).

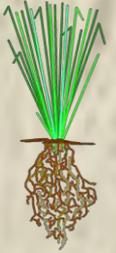
# Otros usos del vetiver



## *Conclusiones*



- 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, 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 valoren y se motiven al uso de tecnologías conservacionistas.



**Gracias.....**

