

**ASOCIACION COSTARRICENSE DE RECURSOS HIDRICOS Y
SANEAMIENTO AMBIENTAL
X CONGRESO RECURSOS HIDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL,
X COREHISA
SAN JOSÉ, COSTA RICA. SETIEMBRE 2010**

**SISTEMA VETIVER:
UNA SOLUCIÓN NATURAL Y DE BAJO COSTO PARA LA PREVENCIÓN
Y TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS**

Dr. Paul Truong** and *Yorlene Cruz Chaves, MBA**

* Director, The Vetiver Network International (TVNI) and
Veticon Consulting, Brisbane, Queensland, Australia
email: truong@uqconnect.net

** TVNI's Coordinator for Costa Rica
Abonos de Occidente R.L, San Ramón, Alajuela, Costa Rica
Ofic.: + (506)2445-8383 +Cel.: + (506) 8991-9180
Email: cruz.y@vetivercostarica.com

1.0 INTRODUCCION

El Sistema Vetiver (SV), el cual se basa en la aplicación del pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*, Nash L, reclasificado como *Chrysopogon zizanioides*, Roberty L), fue primeramente desarrollado por el Banco Mundial para la conservación del suelo y el agua en la India durante los 1980s. La investigación y desarrollo (I&D) llevada a cabo por *The Vetiver Network International* (TVNI) en los últimos 20 años ha demostrado que el SV es una innovadora tecnología fitorremediadora con fines de protección medioambientales. El SV está siendo utilizado en más de 100 países tropicales y subtropicales en Australia, Asia, África y Latinoamérica para el tratamiento y eliminación de aguas residuales contaminadas tanto domésticas como industriales debido a su efectividad y sus métodos naturales de bajo costo.

Amplia I&D en Australia, China, Tailandia y recientemente en Venezuela ha establecido que el pasto vetiver es no invasivo y tiene una gran capacidad de absorción de agua y nutrientes y que se desarrolla bajo las condiciones de suelo y climáticas más. El pasto Vetiver es tolerante a elevados y algunas veces niveles tóxicos de salinidad, acidez, alcalinidad, sodicidad, así como también a una completa gama de metales pesados y agroquímicos. La investigación más reciente también demuestra su habilidad para absorber y tolerar niveles extremos de nutrientes y su capacidad para consumir grandes cantidades de agua bajo condiciones de mucha humedad y aún así poder desarrollar un crecimiento masivo.

Es una tecnología verde y ambientalmente amigable para el tratamiento de las aguas residuales, así mismo es un método natural de reciclaje. El producto final tiene aplicaciones que van desde materia prima para la preparación de alimento para animales, artesanías y material para la agricultura orgánica.

Por estas razones el vetiver is conocido como el “Pasto Maravilloso”, “Pasto Milagroso”, “Pasto Mágico” en varias partes del mundo.

Las dos principales aplicaciones del SV para la Protección del Medio Ambiente son:

- Prevención, eliminación y tratamiento de aguas residuales.
- Rehabilitación y Tratamiento de suelos contaminados

Este documento se refiere específicamente a la prevención, eliminación y tratamiento de aguas residuales con el SV.

2.0 CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL PASTO VETIVER

2.1 Características generales del Pasto Vetiver (Truong et al. 2008)

- **Altos, erguidos y rígidos tallos**, pueden crecer hasta 3m en condiciones favorables.
- **Forma una barrera viva densa**. Cuando es plantado a corta distancia actuando como un biofiltro muy efectivo de los sedimentos y como un dispersor del agua de escorrentía.
- **Sistema radicular profundo, masivo y denso**. El pasto Vetiver cuenta con un sistema radicular profundo, masivo y denso, el cual penetra el suelo de forma vertical de 2-3 metros en el primer año, pudiendo alcanzar 5 metros en condiciones tropicales. La profundidad de sus raíces hace a la planta muy tolerante a la sequía, permitiéndole una excelente infiltración de la humedad del suelo y logrando penetrar capas compactas de suelo (hard pans) lo que favorece un drenaje profundo.
- **Tolerancia a variaciones climáticas extremas** como sequía prolongada, inundaciones, sumersión y temperaturas extremas de -14°C a +55°C y resistir niveles de precipitación medias anuales entre 300 mm a 6000 mm.
- **Habilidad para rebrotar rápidamente** después de haber sido afectado por sequías, heladas, fuego, salinidad y otras condiciones adversas al mejorar las mismas.
- **Altamente resistente a** pestes, enfermedades y al fuego.
- **Altamente tolerante al tráfico** y alta presión por pastoreo ya que los tallos se desarrollan a partir de su corona subterránea.
- **No es una maleza**. El Vetiver no es una planta agresiva; puede florecer pero no produce semillas viables. Es muy importante que cualquier planta que sea utilizada para la protección ambiental no se convierta en una maleza en el ambiente local. Una planta estéril como el Vetiver es ideal para esta aplicación. En Fiji donde el Vetiver fue introducido hace más de 100 años ha sido ampliamente utilizado como tratamiento para suelo y agua por más de 70 años, no se ha convertido en maleza en el nuevo hábitat. El pasto Vetiver puede ser eliminado fácilmente si se le aplica Glifosfato o bien a través de técnicas manuales para su remoción. (Truong, P. and Creighton, C. ,1994)

2.2 Características especiales del Vetiver que le hacen adecuado para el tratamiento de aguas residuales.

- **Altamente tolerante** a suelos con elevada acidez, alcalinidad, salinidad, sodicidad y magnesio
- **Altamente tolerante** a Al, Mn, As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se and Zn en los suelos. (Truong and Baker, 1998), (Danh et al.2009.)

- **Capacidad para resistir niveles extremos** de suministro de N (10 000KgN/ha/año) y P (1000KgN/ha/año). (Wagner et al.,2003).
- **Capacidad para responder** a suministros muy elevados de N (6 000KgN/ha/año)
- **Muy eficiente en la absorción** de los nutrientes disueltos en particular, N y P en aguas contaminadas. (Truong and Hart, 2001)
- **Alto nivel de tolerancia** a los herbicidas y pesticidas como el Diurón o Herbicidas Atrazina en concentraciones de hasta 2000 mg / L . (Cull et al. 2000)
- **El Vetiver es una planta tanto Xerófita** (muy resistente a la sequía debido a su sistema radicular profundo y extenso) **como Hidrófita** (planta de humedales debido a su bien desarrollada red esclerénquima (células de aire). El Vetiver prospera bajo condiciones de hidroponía. (Truong and Hart, 2001)
- **Alta tasa de uso del agua.** En humedales o bajo altas tasas de suministro de agua el Vetiver puede utilizar más agua que otras plantas comunes de humedal tales como Typha spp, (aproximadamente 7.5 veces más), Phragmites australis y Schoenoplectus validus. Bajo condiciones óptimas de crecimiento, una hectárea de vetiver potencialmente utilizaría 279KL/ha/día. (Cull et al. 2000)

Un resumen del rango de adaptabilidad de la planta de vetiver se muestra en la Tabla 1

Tabla 1: Rango de adaptabilidad de la planta vetiver en Australia y otros países.

Característica o Condición	Australia	Otros Países
Condiciones de suelo adversas		
Acidez (pH)	pH 3.3	pH 4.2 (altos niveles de Al soluble)
Nivel de sat. con Al(Al Sat. %)	Entre 68% - 87%	
Nivel de Manganeso Mn	> 578 mg/kg	
Alcalinidad (altamente sódica)	pH 9.5	pH 12.5
Salinidad (50% reducción rendim)	17.5 mScm ⁻¹	
Salinidad (sobrevivió)	47.5 mScm ⁻¹	
Sodicidad	33% (Na intercamb.)	
Magnesicidad	2 400 mg/kg (Mg)	
Metales pesados		
Arsénico (As)	100 - 250 mg/kg	
Cadmio (Cd)	20 mg/kg	
Cobre (Cu)	35 - 50 mg/kg	
Cromo (Cr)	200 - 600 mg/kg	
Níquel (Ni)	50 - 100 mg/kg	
Mercurio (Hg)	> 6 mg/kg	
Plomo (Pb)	> 1 500 mg/kg	
Selenio (Se)	> 74 mg/kg	
Zinc (Zn)	>240 mg/kg	

Localidad	15 ⁰ S - 37 ⁰ S	41 ⁰ N - 38 ⁰ S
Clima		
Precipitación anual (mm)	450 - 4 000	250 - 5 000
Heladas (temperatura del suelo)	-11 ⁰ C	-14 ⁰ C
Olas de calor	45 ⁰ C	55 ⁰ C
Sequía (precipitación no efectiva)	15 meses	
Fertilizante		
El Vetiver se puede establecer en suelos de baja fertilidad debido a su fuerte asociación con micorrizas	N y P (300 kg/ha FDA)	N and P, estiércol de granja
Palatabilidad		
	Vacas lecheras, ganado, caballos, conejos, ovejas, cerdos, canguros	Vacas, ganado, caballos, ovejas, cerdos, cabras
Valor Nutricional		
	N = 1.1 % P = 0.17% K = 2.2%	Proteína Cruda 3.3% Grasa Cruda 0.4% Fibra Cruda 7.1%

3.0 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

La contaminación fuera del sitio es una de las mayores amenazas al ambiente en el mundo, este problema está muy generalizado en los países industrializados, pero es particularmente serio en los países en desarrollo que a menudo carecen de suficientes recursos para enfrentar el problema. Generalmente el uso de Métodos Vegetativos es la vía más eficiente más eficiente y accesible para mejorar la calidad del agua.

En Australia estudios de investigación realizados en plantaciones de caña de azúcar y algodón muestran que las barreras de vetiver atrapan de manera efectiva escombros, sedimentos y agroquímicos en tierras agrícolas, incluidos los nutrientes de partículas con destino (P, Ca) y herbicidas como el diuron, trifluralin, prometrin and fluometuron; y pesticidas como α , β y endosulfan y cloropirifos, parathion and profenofos (Truong *et al.* 2000).

4.0 TRATAMIENTO DE DRENAJES Y EFLUENTES INDUSTRIALES EN AUSTRALIA

Para el tratamiento y eliminación de aguas residuales el SV puede ser aplicado en terrenos áridos, humedales o hidropónicamente. Es muy efectivo tanto en la eliminación del efluente y / o eliminación de contaminantes muy por debajo de los límites establecidos por la Autoridad Australiana de Protección Ambiental (EPA) a una fracción del costo de los tratamientos convencionales. En Australia, SV es muy eficiente en el tratamiento de aguas servidas domésticas, y los efluentes del alcantarillado municipal y de la comunidad en general, así como el tratamiento de aguas residuales industriales..

4.1 Tratamiento de efluentes de aguas residuales domésticas (Truong and Hart, 2001).

En Australia, un proyecto se llevó a cabo para demostrar y para obtener datos cuantitativos sobre el efecto del SV en la reducción del volumen de los efluentes y también la mejora de la calidad bajo condiciones de campo. Monitoreo del agua subterránea en una toma de tanque séptico mostró que después de pasar por 5 barreras de vetiver los niveles totales de N se redujeron en un **99%** (de 93 a 0.7 mg/L), el **total de P en un 85%** (de 1.3 a 0.2 mg/L), y **Coliformes fecales en un 95%** (de 500 a 23 organismos/100mL). Estos niveles se encuentran muy por debajo de los límites máximos permitidos por la autoridad australiana EPA:

- Total Nitrógeno <10 mg/L
- Total Fosforo <1 mg/L
- *E. coli* <100 organismos/100mL

4.2 Tratamiento Comunitario de aguas residuales (Truong et al., 2009)

En un pequeño campo de aviación de recreo en Queensland, Australia, una plantación de 100m² con 400 plantas de vetiver ha eliminado efectivamente un efluente de salida:

- **Flujo de entrada** (riego por gravedad)
 - Caudal promedio diario: 1 670L
 - Promedio total N: 68mg/L
 - Promedio total P: 10.6mg/L
 - Promedio Coliformes fecales: >8 000
- **Flujo de salida** (drenaje subterráneo a 3m de profundidad)
 - Caudal promedio diario: (Sólo hay flujo tras lluvias fuertes)
 - Promedio total N: 0.13mg/L
 - Promedio total P: 0.152mg/L
 - Promedio Coliformes fecales: <10

4.3 Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (Ash and Truong, 2003).

4.3.1 Tratamiento de efluentes de Aguas Residuales

El objetivo de este plan era mejorar la calidad del agua de la descarga de efluentes de aguas residuales de una ciudad pequeña (Esk) en Australia. El mayor problema con la calidad del efluente es su alta carga de nutrientes. Hubo cambios a las condiciones de los permisos impuestos por la EPA, entonces la planta de tratamiento actual ya no cumplía con la licencia y una actualización de la planta se requería. En lugar de las actualizaciones tradicionales, se optó por el Sistema Vetiver, una tecnología nueva e innovadora de fito-remediación y se llevó a cabo en dos etapas:

- Tratamiento preliminar del estanque de efluentes *in situ* por medio de balsas flotantes colocadas en los estanques, y también plantando el vetiver en los bordes de los tres estanques.
- El tratamiento principal es a través de humedales efímeros con vetiver, una vez que el efluente sale de los estanque de captación pasa a través de humedales de pasto Vetiver. El Vetiver toma el agua y eliminará los nutrientes que pasan a través de él.

Los efluentes primarios tratados tenían las siguientes características:

- Flujo diarios 0.3 ML

- Concentración de Nitrógeno al 13 mg/L
- Nivel de Fosforo de 5.5 mg/L

Tabla 2 muestra los resultados obtenidos luego de 18 meses

Tabla 2: Niveles de calidad del efluente antes y después del tratamiento vetiver

Pruebas	Efluentes iniciales	Resultados 2002/03	Resultados 2004
PH (6.5 a 8.5)*	7.3 a 8.0	9.0 a 10.0	7.6 a 9.2
Oxigeno Disuelto (2.0 mínimo)*	0 a 2 mg/l	12.5 a 20 mg/l	8.1 a 9.2 mg/l
5 Días de BOD (20 - 40 mg/l max)*	130 a 300 mg/l	29 a 70 mg/l	7 a 11 mg/l
Sólidos en Suspension (30 - 60 mg/l max)*	200 a 500 mg/l	45 a 140 mg/l	11 a 16 mg/l
Nitrógeno Total (6.0 mg/l max) *	30 a 80 mg/l	13 a 20 mg/l	4.1 a 5.7 mg/l
Fosforo Total (3.0 mg/l max) *	10 a 20 mg/l	4.6 a 8.8 mg/l	1.4 a 3.3 mg/l

*

*Normas Requeridas.

4.3.2 Eliminación de lixiviados de vertedero:

La eliminación de los lixiviados de rellenos sanitarios es una gran preocupación para todas las grandes ciudades, ya que el lixiviado es a menudo altamente contaminado con metales pesados, y contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos. En Australia y China este problema es resuelto mediante la irrigación de plantaciones de vetiver en la parte superior del montículo del vertedero y muro de contención de la presa con los lixiviados recogidos en la parte inferior de los vertederos. Los resultados a la fecha han sido excelentes, el desarrollo fue tan fuerte que durante el período seco, no hay suficientes lixiviados para regar el vetiver. Una plantación de 3.5ha ha efectivamente eliminado 4 ML por mes en verano y 2 ML por mes en invierno (Percy and Truong, 2005).

4.4 Eliminación y tratamiento de aguas residuales industriales

La característica clave del SV en el tratamiento de la contaminación del agua reside en su capacidad de absorber rápidamente los nutrientes y metales pesados, y su tolerancia a niveles muy elevados de estos elementos. Aunque las concentraciones de estos elementos en las plantas de vetiver a menudo no son tan altas como en los llamados hiper-acumuladores, sin embargo debido a su rápido crecimiento y alto rendimiento (producción de materia seca hasta 132t/ha/año), el vetiver puede remover una cantidad mucho más alta de nutrientes y metales pesados de suelos contaminados que la mayoría de hiper-acumuladores.

En Australia, la disposición de aguas residuales industriales es sometida a las estrictas directrices medioambientales impuestas por la EPA. El método más común de tratamiento de aguas residuales industriales en Australia es por riego de tierras, que se basan actualmente en pastos tropicales y subtropicales. Sin embargo, con superficie terrestre limitada disponible para el riego, estas plantas no son suficientemente eficaces para eliminar de forma sostenible de todos los efluentes producidos por las industrias. Por lo tanto para cumplir con las nuevas normas, la mayoría de sectores están ahora bajo una fuerte presión para mejorar sus procesos de tratamiento mediante la adopción del SV como medio sostenible de eliminación de las aguas residuales. (Smeal *et al*, 2003).

Los siguientes dos proyectos muestran la elevada capacidad del SV para eliminar aguas residuales industriales:

- **GELITA APA**, una fábrica de gelatina procedente de cueros bovinos, con una producción de efluentes de 1.3 ML/día, y una concentración de N de 300mg/L y P de 5mg/L y además muy salinos. Resultados de simulación por computadora muestran:
 - Volumen de Efluentes eliminado:
 - **Pasto Vetiver: 1.45ML/día**
 - Pasto Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): 0.80ML/día
 - Pasto Rhodes (*Chloris guyana*): 0.73ML/ día
 - Superficie de terreno requerida para riego sostenible:
 - **Utilizando pasto Vetiver: 72.5ha**
 - Utilizando Kikuyu: 104ha y
 - Utilizando Rhodes: 153ha.

- **TEYS Bros**, un matadero con capacidad para 300-400 cabezas de ganado diarias, con una producción de efluentes de 1.24ML/día, y una concentración de N de 170mg/L y P de 32mg/L. Resultados de simulación por computadora muestran:
 - Volumen de Efluentes eliminado:
 - **Pasto Vetiver: 1.24ML/ día**
 - Pasto Kikuyu: 0.75ML/ día
 - Superficie de terreno requerida para riego sostenible:

La superficie de terreno necesario para el riego sostenible cuando se utiliza el pasto Vetiver es inferior al 55% de pasto kikuyo.

Los resultados anteriores se lograron gracias a la capacidad del vetiver para tolerar altos niveles de nutrientes y de sal en el efluente, su alta tasa de uso de agua en condiciones húmedas y producir una biomasa muy alta (en seco) hasta 132t/ha/año.

5.0 RELACION COSTO/ EFECTIVIDAD (Ash and Truong, 2003).

La siguiente comparación de costos de métodos de manejo de aguas residuales es bajo las condiciones australianas para la planta de tratamiento Municipal de efluentes de la ciudad de Esk. Los ahorros pueden ser tan altos como un 90%

- | | |
|---|------------|
| • SV humedales efímeros y balsas flotantes
(Incluye el costo de 6ha de tierra) | A\$135 000 |
| • Filtro de Rocas | A\$250 000 |
| • Filtro de Arena (dosificando alumbre) | A\$450 000 |

- Construcción de una Planta de Tratamiento Moderna

A\$1 500 000

Por otra parte el ahorro en costos de operación y mantenimiento entre la tecnología convencional y el SV es también muy significativo.

6.0 ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES EN OTROS PAÍSES

- **En Chile**, El SV está siendo evaluado para el tratamiento de aguas residuales de una granja de cerdos de gran tamaño, cerca de Santiago. Este efluente tiene un contenido muy alto de N, P y metales pesados. (P. Molina pers. com).

- **En Venezuela**. El SV es actualmente utilizado para eliminar para eliminar las aguas residuales de fábricas de cerveza y las granjas de animales, así como la contaminación del agua en lagos y represas (O. Luque pers. com).

- **En China** la eliminación de las aguas residuales de granjas animales intensivas es uno de los mayores problemas en zonas densamente pobladas. China es el mayor país de criador de cerdos en el mundo. En 1998 la provincia de Guangdong tenían fincas de más de 1600 cerdos con más de 130 fincas productoras de más de 10.000 cerdos comerciales cada año. Estas grandes granjas porcinas producen 100-150 toneladas de aguas residuales cada día, que incluye el estiércol de cerdo recogidos de suelos de rejilla, que contienen una alta carga de nutrientes (Liao *et al*, 2003).

Los nutrientes y metales pesados de una granja de cerdos son las principales fuentes de contaminación del agua. Las aguas residuales de la granja de cerdo son altas en nitrógeno y fósforo, así como Cu y Zn, que se utilizan como promotores del crecimiento en los piensos. Los resultados mostraron que el Vetiver tiene una muy fuerte capacidad de purificación. Su ratio de captación y purificación de Cu y Zn fue > 90%; As y N > 75%; Pb fue de entre 30% -71% y P fue de entre 15-58%. Los efectos purificadores del vetiver de metales pesados, y N y P de una granja de cerdos fueron clasificados como Zn > Cu > As > N > Pb > Hg > P (Xuhui *et al.*, 2003).

- **En Vietnam**, el SV se usa para tratar las aguas residuales de una fábrica de procesamiento de alimentos marinos en el delta del Mekong un ensayo demostrativo fue realizado para determinar el tiempo de tratamiento requerido para retener el efluente en el area con Vetiver y reducir las concentraciones de Nitrato y Fosfato a niveles aceptables. El experimento comenzó cuando las plantas tenían 7 meses de edad. Muestras de agua fueron tomadas para análisis a intervalos de 24 horas durante 3 días. Los resultados analíticos muestran que el total de contenido de N en las aguas residuales se redujo en un 88% y 91% después de 48 y 72 horas de tratamiento, respectivamente. Mientras que el P total se redujo en un 80% y 82% después de 48 y 72 horas de tratamiento. La cantidad total de N y P removido en 48 horas y 72 de tratamiento no fueron significativamente diferentes (Luu *et al*, 2006).

El SV se utiliza también para tratar las aguas residuales de fábricas de papel y fertilizantes en el norte y las granjas porcinas en Vietnam del Sur

- **En Tailandia**, el campo de investigación más activa del vetiver en los últimos años ha sido el tratamiento de aguas residuales, lo que indica que el problema de las aguas residuales es serio en Tailandia. Los diferentes tipos de aguas residuales, incluyendo los lixiviados y efluentes: (i) aguas residuales domesticas (ii) fábricas de alimentos (iii) estanques de camarones, (iv) destilerías de whisky, (v) fábricas de papel, (vi) molinos de arroz, (vii) molinos de harina de tapioca, (viii)

plantas lecheras, (.ix) fábricas de baterías (x) fábrica de bombillos, (xi) fábricas de tinta, and (xii) rellenos sanitarios. Todas las aguas residuales son de alta BOD y COD, algunos son aguas eutrofizadas con altas concentraciones de N, P y K, y algunos son altos en contaminación por metales pesados. Varios enfoques se han intentado, por ejemplo, a través de humedales construidos, con una combinación de otras plantas acuáticas, en combinación con tratamiento químico (PAC) después de la sedimentación, etc El Vetiver ha demostrado ser capaz de resolver este problema con eficacia a un bajo costo basado en tecnología simple. (Chomchalow, 2006).

En un estudio, donde el vetiver se sembró en los efluentes domésticos, la capacidad de reducir: N total (92%), nitratos (49%), K (14%), Na (3%), bicarbonato (42%)), EC (5%), TSS (82%) y DBO (75%). La eficacia del tratamiento de aguas residuales se encuentra en aumento en la edad de la planta de vetiver, y la más alta a los 3 meses de edad In one study, where vetiver was grown in domestic effluent, the capacity to reduce: total N (92%), nitrate (49%), K (14%), Na (3%), Bicarbonate (42%), EC (5%), TSS (82%) and BOD (75%). La eficacia del tratamiento de aguas residuales se encuentra en aumento conforme a la edad de la planta de vetiver, siendo la más alta a los 3 meses de edad (Chomchalow, 2006, cit. Techapinyawat 2005).

- **En Singapore** un humedal de gran tamaño con pasto vetiver se está construyendo para tratar y / o eliminar los lixiviados de un viejo vertedero evitando que llegue a un depósito de agua

7.0 TENDENCIA FUTURA

Como la escasez de agua se avecina en todo el mundo, las aguas residuales deben ser consideradas como un recurso más que un problema. *La tendencia actual es reciclar las aguas residuales para usos domésticos e industriales*, en lugar de eliminarla. Por lo tanto el potencial del SV es enorme como un método simple, higienico y de bajo costo para el tratamiento y reciclado de aguas residuales resultantes de las actividades humanas.

El desarrollo más reciente y significativo sobre el uso de vetiver para el tratamiento de aguas residuales es el uso en Soil Based Reed Beds, la nueva aplicación, donde la calidad y cantidad del agua de salida puede ser ajustada para proporcionar el nivel deseado. Este sistema está ahora en fase de desarrollo y siendo probado en GELITA APA, Australia.

8.0 REFERENCIAS

- Ash R. and Truong, P. (2003). The use of vetiver grass wetland for sewerage treatment in Australia. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.
- Chomchalow, N, (2006). Review and Update of the Vetiver System R&D in Thailand. Proc. Regional Vetiver Conference, Cantho, Vietnam.
- Cull, R.H, Hunter, H, Hunter, M and Truong, P.N. (2 000). Application of Vetiver Grass Technology in off-site pollution control. II. Tolerance of vetiver grass towards high levels of herbicides under wetland conditions. Proc. Second Intern. Vetiver Conf. Thailand, January 2000
- Liao Xindi, Shiming Luo, Yinbao Wu and Zhisun Wang (2003). Studies on the Abilities of *Vetiveria zizanioides* and *Cyperus alternifolius* for Pig Farm Wastewater Treatment. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.

- Luu Thai Danh, Le Thanh Phong, Le Viet Dung and Truong P (2006). Wastewater Treatment At A Seafood Processing Factory In The Mekong Delta, Vietnam. Fourth International Vetiver Conference, Caracas, Venezuela, Oct 2006
- Percy, I. and Truong, P. (2005). Landfill Leachate Disposal with Irrigated Vetiver Grass. Proc, Landfill 2005. National Conf on Landfill, Brisbane, Australia, Sept 2005
- Smeal, C., Hackett, M. and Truong, P. (2003). Vetiver System for Industrial Wastewater Treatment in Queensland, Australia. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.
- Truong, P. and Creighton, C. (1994). Report on the potential weed problem of vetiver grass and its effectiveness in soil erosion control in Fiji. Division of Land Management, Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia
- Truong, P.N. and Baker, D. (1998). Vetiver grass system for environmental protection. Technical Bulletin N0. 1998/1. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand.
- Truong, P.N., Mason, F., Waters, D. and Moody, P. (2000). Application of Vetiver Grass Technology in off-site pollution control. I. Trapping agrochemicals and nutrients in agricultural lands. Proc. Second Intern. Vetiver Conf. Thailand, January 2000
- Truong, P.N. and Hart, B. (2001). Vetiver system for wastewater treatment. Technical Bulletin No. 2001/2. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand.
- Truong, P. and Smeal (2003). Research, Development and Implementation of Vetiver System for Wastewater Treatment: GELITA Australia. Technical Bulletin No. 2003/3. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand.
- Truong, P., Tran Tan Van and Elise Pinnars (2008). Vetiver System Applications: A Technical Reference Manual. The Vetiver Network International, February 2008.
- Truong, P., Tran Tan Van and Pinnars. E. (2009). Vetiver System for the Prevention and Treatment of Contaminated Water and Land (Special Reference to Domestic and Municipal Wastewater Treatment in Australia). Extended Abstract. Ethiopian National Workshop. Addis Abba, March 2009.
- Wagner, S., Truong, P, Vieritz, A. and Smeal, C (2003). Response of vetiver grass to extreme nitrogen and phosphorus supply. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.
- Xuhui Kong, Weiwen Lin, Biqing Wang and Fuhe Luo (2003). Study on vetiver's purification for wastewater from pig farm. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.