

# MODELO DE COMPUTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE VOLUMENES PEQUEÑOS DE AGUAS RESIDUALES

**Paul Truong\* y Nicholas Truong\*\***

*\* Director TVNI del Asia y Oceanía*

**Correo electrónico: Paul.truong@vetiver.org**

**\*\* Veticon Consulting**

**www.veticon.com.au**

## RESUMEN

El modelaje mediante computadoras es frecuentemente utilizado para determinar la superficie necesaria de terreno para la aplicación del Sistema Vetiver (SV) en el tratamiento de aguas servidas a gran escala. Los principales parámetros de entrada necesarios para el proceso de modelaje incluyen datos climáticos precisos y a largo plazo (50-100 años), tipo de suelo y su profundidad, el nivel de las aguas subterráneas y la calidad y cantidad de las aguas residuales entrantes de manera precisa.

Obviamente, para los tratamientos de pequeños volúmenes, no se dispone fácilmente de estos parámetros ó no están disponibles. Hasta el momento, todos los proyectos de tratamiento de pequeños volúmenes de aguas residuales usando el Sistema Vetiver (SV) se basan en métodos y experiencias de prueba y error. Para superar esta situación, se requiere de un modelo con basamento científico.

Este trabajo presenta un método más preciso para determinar la superficie de terreno necesaria en la aplicación de tratamientos a pequeños volúmenes de aguas residuales basado en conocimientos y experiencias recientes con el Sistema Vetiver (SV).

**Palabras clave:** efluente de aguas residuales, lixiviados de rellenos sanitarios, aguas residuales de café, modelaje

## INTRODUCCIÓN

El modelaje mediante computadoras es frecuentemente utilizado para determinar la superficie necesaria de terreno para la aplicación del Sistema Vetiver (SV) en el tratamiento de aguas servidas a gran escala. Los principales parámetros de entrada necesarios para el proceso de modelaje incluyen datos climáticos precisos y a largo plazo (50-100 años), tipo de suelo y su profundidad, el nivel de las aguas subterráneas y la calidad y cantidad de las aguas residuales entrantes de manera precisa y los límites locales EPA (agencia de protección ambiental) de las aguas de descarga (Truong y Truong, 2011).

Obviamente, para los tratamientos de pequeños volúmenes, no se dispone fácilmente de estos parámetros ó no están disponibles, por lo tanto, una determinación precisa del área de terreno necesaria es muy difícil de realizar.

Si bien las aplicaciones del SV para proyectos a gran escala continúan propagándose en todo el mundo, existe una necesidad creciente de su uso a pequeña escala para el tratamiento de volúmenes pequeños de aguas residuales domésticas y de pequeñas comunidades tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Hasta el momento, todos los proyectos de tratamiento de pequeños volúmenes de aguas residuales usando el Sistema Vetiver (SV) se basan en métodos y experiencias de prueba y error. Para superar esta situación, se requiere de un modelo con basamento científico para convencer a las autoridades de su eficacia y veracidad.

## **OBJETIVOS**

Desarrollar un modelo de computación con basamento científico para el tratamiento de pequeños volúmenes de aguas de entrada provenientes de:

- Agricultores cafeteros individuales o pequeñas cooperativas en Colombia, Latinoamérica y el mundo.
- Aguas servidas de viviendas unifamiliares y pequeñas comunidades y pequeños volúmenes de lixiviados de rellenos sanitarios en diversos países alrededor del mundo.

## **ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL CAFE EN COLOMBIA**

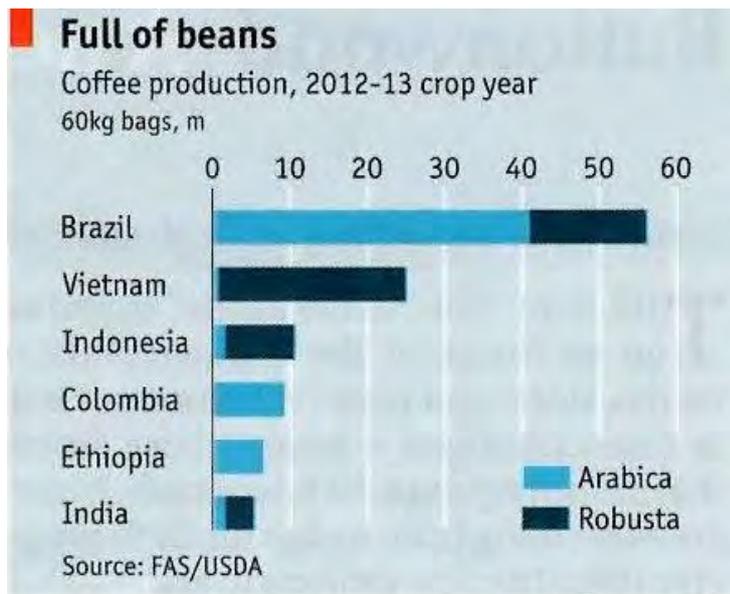
El café es el principal producto agrícola de exportación de Colombia y la mayoría de los productores son pequeños agricultores en parcelas individuales. Colombia produce el 12% del café del mundo y es el principal suplidor de algunas de las mayores procesadoras de café internacionales como Nestlé y Kraft. Colombia es el cuarto productor mundial en la producción de café para el 2012-13, después de Brasil, Vietnam e Indonesia, pero, mientras la mayor proporción del café producido por los tres mayores productores es Robusta, casi toda la producción colombiana (casi 10M 60kg bags) es de la especie Arábica, el mayor suplidor del tipo Arábica en el mundo (The Economist, 13 de Julio 2013).

Los beneficios cafetaleros son los centros principales para el procesamiento del café cosechado de las plantaciones y de los pequeños productores de café. Estos beneficios operan a máxima capacidad durante la temporada principal, pero a muy baja capacidad durante la temporada secundaria. El costo de operación a baja capacidad durante la cosecha de la temporada secundaria es 2-3 veces mayor que durante la temporada principal. Para ser sustentables, el cierre de estos beneficios cafetaleros durante la temporada secundaria es una opción; si este es el caso, entonces los pequeños productores no tienen salida para su producto. Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, hay 563.000 familias

colombianas que cultivan café, el 96% de estas son fincas de menos de 5 hectáreas en zonas rurales.

De acuerdo con la Alianza de Bosques Lluviosos (Rainforest Alliance-RFA), el café se cultiva en aproximadamente 12 millones de hectáreas en todo el mundo y la mayoría de las explotaciones se encuentran en zonas consideradas como de alta prioridad para la conservación. En el pasado, el café había sido cultivado bajo el frondoso dosel de árboles de la selva nativa. Pero ahora, existe un nuevo sistema de producción en la que los bosques de sombra son eliminados y los arbustos de café se colocan en setos densos y son rociados con agroquímicos. Estas fincas de monocultivo producen más granos, pero a un enorme costo ambiental, ya que el hábitat para la vida silvestre que suministra el sistema agroforestal tradicional se pierde, los suelos son lavados ladera abajo y los arroyos son colmatados por sedimentos y agroquímicos. Para fomentar el mantenimiento del sistema tradicional agroforestal, la Alianza de Bosques Lluviosos-RFA proporciona una certificación para los pequeños agricultores mejorando su capacidad de negociación y el acceso a mercados premium. La certificación es una manera de garantizar que las pequeñas fincas de café mantengan el hábitat para la vida silvestre y otros beneficios ambientales, y al mismo tiempo protege los medios de subsistencia de los pequeños productores de café. Las pequeñas granjas familiares a menudo adoptan la vieja cultura del café y el sistema tradicional agroforestal manteniendo las condiciones del hábitat para la vida silvestre.

Si se pueden alcanzar los requerimientos ambientales para obtener la certificación de la RFA, hay un gran incentivo para los agricultores individuales o pequeños grupos para procesar sus propios granos (cerezas) en sus localidades durante la temporada secundaria. Esto sería un gran impulso a los ingresos de estos pequeños productores, sobre todo con la tendencia actual a la caída de los precios; el precio hace cuatro años de un saco de 60 kg era de 105 US \$, ahora solo vale 50 US \$. Esta tendencia es probable que continúe en el futuro próximo ya que la demanda en EE.UU, Europa y Japón está cayendo. El doble impacto para los caficultores colombianos es el bajo precio del arábica y los aumentos en los costos de producción debido principalmente a aumentos de salarios. El café es un cultivo muy intensivo en mano de obra; la cosecha se realiza todavía a mano en gran medida.



*Producción de café, cosecha 2012-13 (The Economist, 13 de Julio 2013).*

## **ANTECEDENTES SOBRE LA DISPOSICIÓN DE EFLUENTES DE AGUAS RESIDUALES**

La necesidad mundial de un modelo de computación de base científica para la eliminación de pequeños volúmenes de aguas residuales es más urgente que el de la industria cafetera colombiana, ya que esto tiene un impacto directo sobre los problemas de salud, así como en el suministro de agua (Truong, 2010 y Truong y Cruz, 2010). Esto ha quedado claramente demostrado en la provincia de Aceh, Indonesia, donde la Cruz Roja Americana y la Cruz Roja Danesa tienen más de 3.000 casas para reasentar a las víctimas del tsunami en el 2001. Cada una de estas casas tiene un sistema de disposición de aguas residuales basado en el vetiver. Unidades de disposición similares han sido utilizadas en Australia, India, Indonesia, Marruecos y Papúa Nueva Guinea.

Aunque estas unidades de tratamiento tuvieron un gran éxito y fueron muy eficaces, su diseño fue basado en prueba y error, y de la experiencia adquirida en otros proyectos de tratamiento de pequeños volúmenes, no en un modelo basado en conocimientos científicos.

## **PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON EL SISTEMA VETIVER**

El vetiver es muy adecuado para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico, municipal e industrial debido a sus extraordinarios atributos como un nivel muy alto de tolerancia y de absorción de contaminantes de las aguas residuales, y una muy alta tasa de uso de agua en condiciones húmedas (Danh *et al*, 2009). Pero lo más importante de todo es su capacidad de producir una gran cantidad de biomasa en una amplia gama de condiciones climáticas y de condiciones adversas en el suelo.

***La capacidad del pasto vetiver de remover contaminantes y agua del medio de cultivo depende únicamente de su producción de biomasa, por lo tanto, a mayor velocidad y mayor producción de biomasa, mayor y más efectivo será el proceso de tratamiento.***

En consecuencia, si se puede estimar la producción de biomasa para un determinado ambiente, la eficiencia del proceso de tratamiento puede ser predicha, y posteriormente la superficie de terreno necesaria se puede calcular con una precisión razonable (Truong *et al.* 2008).

## **EL MODELAMIENTO PARA PEQUEÑOS VOLUMENES DE EFLUENTES**

Utilizando los datos de investigación recopilados durante los últimos 20 años a partir de los proyectos financiados por TVNI y por la Real Oficina de Proyectos de Desarrollo de Tailandia, Veticon Consulting desarrolló **EDVI-2** para determinar el área de terreno necesaria para tratar un pequeño volumen de efluentes. **EDVI-2** es una versión muy simplificada del modelo **EDVI** (Disposición de efluentes mediante la irrigación de Vetiver). Con el objetivo principal de simplificar su uso, el área requerida puede ser determinada usando una serie de gráficos y tablas en lugar de un computador. Sin embargo, para ser aceptado en muchas aplicaciones, el modelo tiene que ser científicamente sólido, y un conjunto de datos mínimo es requerido.

### **Conjunto de datos de entrada**

***Datos climáticos:*** estos son datos climáticos estándar registrados y de fácil acceso provenientes de la estación climática o la ciudad más cercana al sitio.

- Precipitación (mm/año)
- Evaporación de tina (mm/día)
- Evapotranspiración potencial (PET), calculada del 70% de la evaporación en tina (Deesaeng *et al.*, 2002)

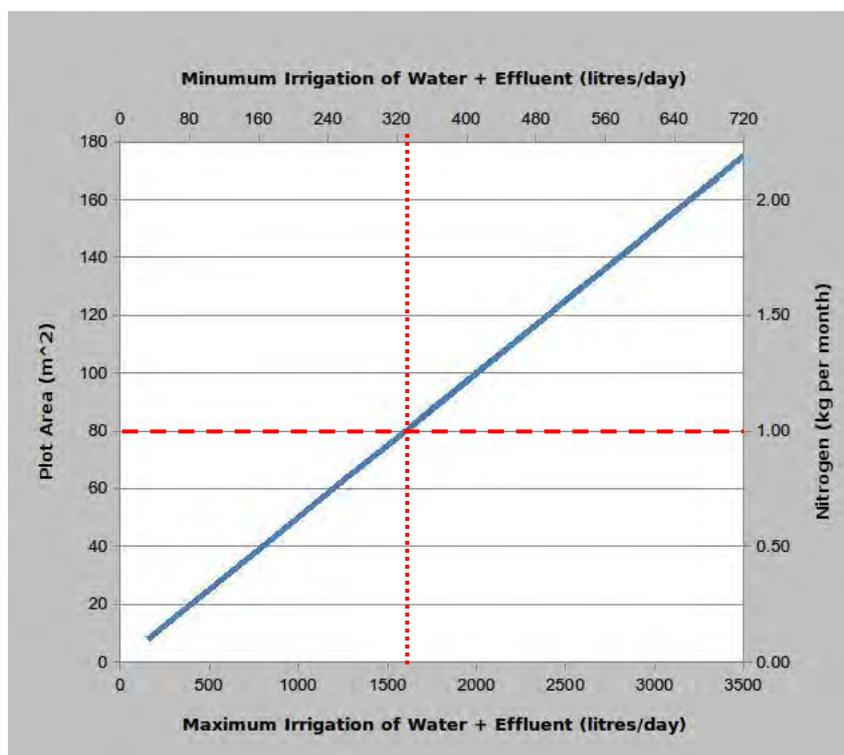
### ***Datos del efluente de entrada:***

- Volumen mensual de efluente de entrada
- Entrada de N mensual (Volumen x nivel de N en el efluente)
- Entrada de P mensual (Volumen x nivel de P en el efluente)

### **Disposición del Nitrógeno**

El gráfico 1 muestra que para disponer de 1kgN/mes se necesitan 80m<sup>2</sup> de terreno y un volumen de irrigación mínimo de 329L/día y de un volumen máximo de 600L/día como se muestra en la tabla 1.

**Gráfico 1: Área de terreno, volumen mínimo y máximo requerido para la disposición del Nitrógeno**



**Tabla 1: Área de terreno, volumen mínimo y máximo requerido para la disposición del Nitrógeno**

N por mes (kg)	Área de terreno requerida (m <sup>2</sup> )	Volumen mínimo* (L/Día)	Volumen máximo** (L/Día)
0.1	8	33	160
0.2	16	66	320
0.5	40	164	800
0.8	64	263	1280
<b>1.0</b>	<b>80</b>	<b>329</b>	<b>1600</b>
1.5	120	493	2400
2.0	160	658	3200
3.0	240	986	4800

**Notas**

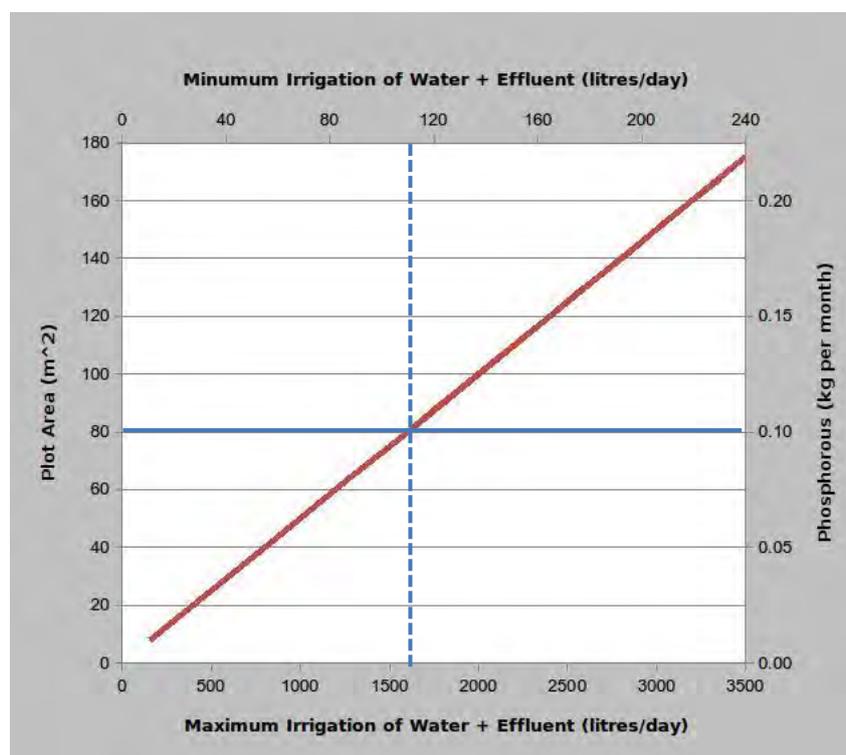
\* El volumen mínimo de entrada indica el agua requerida para mantener el vetiver en buenas condiciones, por debajo de las cuales el crecimiento del vetiver se vería afectado

\*\* El máximo volumen de entrada incluye el efluente y/o el agua para diluir el efluente si es muy salino

## Disposición del Fósforo

El gráfico 2 muestra que para disponer de 0.1kgP/mes se necesitan 80m<sup>2</sup> de terreno y un volumen mínimo de irrigación de 110L/día y un volumen máximo de 1.600L/día, como se muestra en la tabla 2.

**Gráfico 2: Área de terreno, volúmenes mínimos y máximos requeridos para la disposición del Fósforo**



**Tabla 2: Área de terreno, volúmenes mínimos y máximos requeridos para la disposición del Fósforo**

P por mes (kg)	Área de terreno requerida (m <sup>2</sup> )	Volumen mínimo (L/Día)	Volumen máximo (L/Día)	
0.01	8	11	160	
0.02	16	22	320	
0.05	40	55	800	
0.08	64	88	1280	
<b>0.10</b>	<b>80</b>	<b>110</b>	<b>1600</b>	
0.15	120	164	2400	
0.20	160	219	3200	
0.30	240	329	4800	

### *Área de terreno requerida*

Como el N y el P en el efluente deben ser tratados al mismo tiempo, se debe optar por la mayor cantidad de terreno requerida para tratar a ambos, el N y el P. Por ejemplo, las tablas 1 y 2 muestran que un efluente con una carga de 1kg/mes de N y una carga de 0.08kg/mes de P requerirá de 80m<sup>2</sup> para el tratamiento del N y de 64m<sup>2</sup> para el tratamiento del P. *El área recomendada para ser sembrada con vetiver es de 80m<sup>2</sup>*

### *Efecto de la lluvia*

*Las áreas de terreno de las tablas 1 y 2, son aplicables solo cuando la precipitación anual es igual al potencial anual de evapotranspiración (PET)* y no hay almacenamiento de agua en el suelo en el largo plazo. En el caso en el que la precipitación exceda el potencial anual de evapotranspiración–PET (caso positivo) el área anual requerida se incrementará, o se reducirá en consecuencia para el caso negativo. Sin embargo, el área anual requerida no es sensible a pequeñas diferencias en la precipitación o en la tasa de evapotranspiración, por ejemplo, cuando la precipitación excede el PET en 30mm/mes, solo se requerirá un 5% de terreno extra.

En la tabla 3 se presentan las variaciones en el área requerida para los casos extremos. Por ejemplo, cuando la diferencia entre la precipitación y el PET es de 150mm/mes, el área de terreno requerida se incrementa de 80 m<sup>2</sup> a 107m<sup>2</sup> en el caso positivo y se reduce en 64 m<sup>2</sup> en el caso negativo.

**Tabla 3: Área de terreno requerida cuando la precipitación es mayor o menor que el potencial de evapotranspiración**

<b>Área de terreno requerida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caso positivo (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caso negativo (m<sup>2</sup>)</b>
8	10.7	6.4
16	21	13
40	53	32
64	85	51
<b>80</b>	<b>107</b>	<b>64</b>
120	160	96
160	213	128
240	320	192

Un resumen simplificado de cómo usar EDVI-2 para calcular el área de terreno requerida y el volumen de irrigación se muestra en el Apéndice

## ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS PLANTAS DE VETIVER

Para una exitosa aplicación, se recomiendan los siguientes procedimientos de establecimiento y manejo:

- **Material de siembra:** Para un rápido establecimiento deben ser utilizadas plantas de vetiver de buena calidad con al menos tres brotes, ya sea de plantas a raíz desnuda o pre establecidas en bolsas de plástico.
- **Riego:** El riego con agua de lluvia o de río luego de plantar es imprescindible durante las cinco primeras semanas, hasta que las plantas tengan unos 50 cm de alto. Riegue para mantener el suelo húmedo, no lo inunde.
- **Aplicación del efluente:** El efluente se puede introducir gradualmente cuando el vetiver tenga 50 a 60 cm de alto.
- **Control de malezas:** El control manual de las malezas puede ser necesario durante los primeros 6 meses, una vez que el Vetiver se ha establecido sombreará las malezas. Concentraciones muy bajas del herbicida Glyphosato (RoundUp) hará morir al Vetiver, *Nunca use RoundUp para el control de malezas en plantaciones de Vetiver*
- **Podar:** Para estimular la emergencia de nuevos brotes durante el primer año, el vetiver puede podarse a 40-50cm de altura cada 3 meses
- **Corte:** luego de un año, el vetiver debe ser cortado a 30-40cm al emerger las inflorescencias o cada 3 meses
- **Biomasa:** La biomasa debe ser removida de la parcela luego del corte. Esta biomasa no contiene contaminantes ni metales pesados y puede ser usada para alimentación animal o para artesanías.

## APLICACIONES

Los siguientes son ejemplos usando el modelo EDVI-2, de cómo determinar el área de terreno requerida para tratar aguas provenientes del procesamiento de café y de efluente de aguas servidas basado en la información disponible

### *Aguas convencionales de procesamiento de café en Etiopía*

#### *Estudio de caso 1*

Volumen 300L/día

N entrante/mes= 300L/día x 30días x 0.013gN/L = 117g= **0.117kg**

P entrante/mes= 300L/día x 30días x 0.0043gP/L = 38.7g=**0.039kg**

Área de terreno requerida para N: **Aproximadamente 10m<sup>2</sup>**

Área de terreno requerida para P: **Aproximadamente 30m<sup>2</sup>**

**Área recomendada a ser sembrada con Vetiver: 30m<sup>2</sup>**

#### *Estudio de caso 2 (Altos niveles de N y P entrante)*

Volumen 300L/día

N entrante/mes= 300x 30x 0.023g/L = 207g= **0.21kg**

P entrante/mes= 300x 30x 0.0073g/L = 65.7g=**0.066kg**

Área de terreno requerida para N: **Aproximadamente 16m<sup>2</sup>**

Área de terreno requerida para P: **Aproximadamente 50m<sup>2</sup>**

Área recomendada a ser sembrada con Vetiver: **50m<sup>2</sup>**

### ***Disposición de efluentes de aguas residuales en Australia (Tanque séptico)***

#### ***Estudio de caso 1: Residencia Doméstica con tres personas***

Volumen 450L/día

N entrante/mes= 450x 30x 0.030g/L = 405g= **0.40kg**

P entrante/mes= 450x 30x 0.010g/L = 135g=**0.013kg**

Área de terreno requerida para N: **Aproximadamente 35m<sup>2</sup>**

Área de terreno requerida para P: **Aproximadamente 100m<sup>2</sup>**

Área recomendada a ser sembrada con Vetiver: **100m<sup>2</sup>**

#### ***Estudio de caso 2: Residencia doméstica con tres personas y un nivel alto de N y P entrante***

Volumen 450L/día

N entrante/mes= 450 x 30x 0.041g/L = 553g= **0.55kg**

P entrante/mes= 450x 30x 0.022g/L = 297g=**0.30kg**

Área de terreno requerida para N: **Aproximadamente 40m<sup>2</sup>**

Área de terreno requerida para P: **Aproximadamente 240m<sup>2</sup>**

Área recomendada a ser sembrada con Vetiver: **240m<sup>2</sup>**

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE DISPOSICIÓN**

### ***En sitios donde las regulaciones de la agencia de protección ambiental EPA permiten drenaje profundo***

El diseño más simple para el área de disposición es la construcción de un camellón o muro de tierra alrededor. Para áreas pequeñas (hasta 500m<sup>2</sup>) solo se requiere un pequeño lomo (ancho superior: 50cm y altura: 30cm). Cualquier configuración puede ser usada para ajustarse al terreno disponible, pero en terrenos inclinados es mejor una forma rectangular para una distribución uniforme del agua (riego por gravedad). El camellón o micro dique es necesario para prevenir derramamientos del efluente durante lluvias intensas.

La siembra debe realizarse de manera distribuida en toda el área a una densidad de 5plantas/m<sup>2</sup>, no necesariamente en hileras como la mostrada abajo.



**Un área (laguna) de tratamiento de efluentes de una pequeña comunidad en Queensland, Australia**

***En sitios donde las regulaciones de la agencia de protección ambiental EPA prohíben drenaje profundo***

En las localidades donde el drenaje profundo no está permitido como un requisito de la agencia de protección ambiental EPA, el diseño más simple para la construcción del área de disposición de efluentes es excavando el área a 1,5 m de profundidad, forrar el fondo y las paredes laterales con un geotextil impermeable, y rellenar el foso con el suelo previamente excavado o arena. Es necesario un pequeño camellón o micro dique en los bordes para evitar que el efluente se desborde durante lluvias intensas.

La siembra debe realizarse de manera distribuida en toda el área a una densidad de 5plantas/m<sup>2</sup>



***Paisajismo y control de erosión***

Este modelo se basa en una siembra con densidad de 5plantas/m<sup>2</sup>, ***el punto importante es que son necesarias 5 plantas***, no necesariamente tienen que colocarse en una cuadrícula, y estas pueden disponerse en hileras. Por ejemplo, cuando se requiere un área de 80m<sup>2</sup>, se necesitan 400 plantas, ya sea en hileras simples ó múltiples. Esta disposición de la siembra puede ser

combinada con control de erosión en terrenos inclinados o demarcación de linderos como parte del paisajismo del jardín.



***Siembra en hileras para la disposición de efluentes domésticos en un patio en Australia***

## **REFERENCIAS**

1. Deesaeng, B., Pheunda, J., Onarsa, C. y Boonsaner, A. (2002). Vetiver potential for increasing groundwater recharge. Proc ICV2, Bangkok, Tailandia
2. Truong P y Truong N (2011). Recent Advancements in Research, Development and Application of Vetiver System Technology in Environmental Protection. Proc. ICV5 Lucknow, India, Octubre 2011
3. Truong, P. (2010). Vetiver System for Prevention and treatment of contaminated water and land. First Latin American Conference of Vetiver, Santiago, Chile, Octubre 2010
4. Truong, P y Cruz, Y. (2010): Vetiver System: A Low Cost and Natural Solution for the Prevention and Treatment of Contaminated Water. (Con especial referencia al tratamiento de aguas residuales y efluentes industriales en Australia). X Congress Water Resources and Environmental Health. Barcelo, Sept. 1-3, Costa Rica.
5. Danh, L. T, Truong, P., Mammucari, R., Tran, T. y Foster, N. (2009). Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: A Choice Plant for Phytoremediation of Heavy Metals and Organic Wastes. International Journal of Phytoremediation, **11**:8,664-691
6. Truong P., Tran Tan Van, y Pinnars, E. (2008). Vetiver System Applications- Technical Manual. The Vetiver Network International Publication.

## **APPENDICE**

### **Datos de entrada requeridos**

#### ***Datos climáticos:***

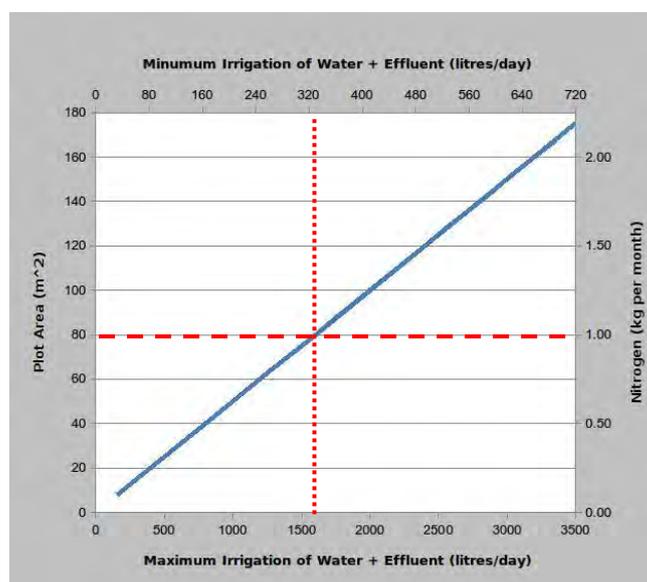
- Precipitación (mm/año)
- Evaporación de tina (mm/día)
- Evapotranspiración potencial (PET),

### Datos del efluente de entrada:

- Volumen de efluente de entrada mensual
- Entrada de N mensual. (Volumen x nivel de N en el efluente )
- Entrada de P mensual. (Volumen x nivel de P en el efluente)

### Disposición del Nitrógeno

El gráfico 1 muestra el área de terreno y los volúmenes mínimos y máximos requeridos para la disposición de ciertas cantidades mensuales de Nitrógeno de entrada. Por ejemplo, para disponer de 1 kg de N/mes, el área requerida es de 80m<sup>2</sup>, el volumen mínimo es de 329m<sup>2</sup> y el volumen máximo de 1600m<sup>2</sup>



La tabla 1 muestra el área requerida, los volúmenes máximo y mínimo requeridos para la disposición de otros niveles de Nitrógeno de entrada desde 0,1 hasta 3,0 kg de N/mes

N por mes (kg)	Área de terreno requerida (m <sup>2</sup> )	Volumen mínimo* (L/Día)	Volumen máximo** (L/Día)
0.1	8	33	160
0.2	16	66	320
0.5	40	164	800
0.8	64	263	1280
<b>1.0</b>	<b>80</b>	<b>329</b>	<b>1600</b>
1.5	120	493	2400
2.0	160	658	3200
3.0	240	986	4800

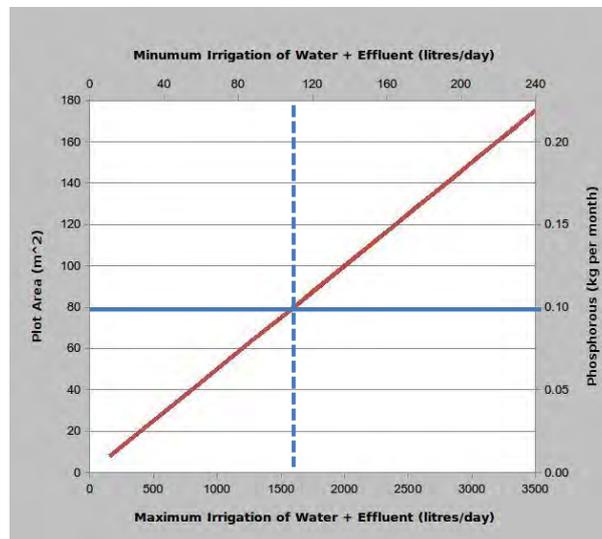
### Notas

- \* El volumen mínimo de entrada indica el agua requerida para mantener el vetiver en buenas condiciones, por debajo de las cuales el crecimiento del vetiver se vería afectado

\*\* El máximo volumen de entrada incluye el efluente y/o el agua para diluir el efluente si es muy salino

### Disposición del Fósforo

El gráfico 2 muestra el área y los volúmenes máximo y mínimo requeridos para la disposición de ciertas cantidades de P de entrada. Por ejemplo para disponer 0,1 kgP/mes se necesitan 80m<sup>2</sup> de terreno y un volumen mínimo de irrigación de 110L/día y un volumen máximo de 1.600L/día



La table 2 muestra el área y los volúmenes máximo y mínimo requeridos para la disposición de otros niveles de Fósforo de entrada desde 0,01 hasta 0,30 kg P/mes.

P por mes (kg)	Área de terreno requerida (m <sup>2</sup> )	Volumen mínimo (L/Día)	Volumen máximo (L/Día)	
0.01	8	11	160	
0.02	16	22	320	
0.05	40	55	800	
0.08	64	88	1280	
<b>0.10</b>	<b>80</b>	<b>110</b>	<b>1600</b>	
0.15	120	164	2400	
0.20	160	219	3200	
0.30	240	329	4800	