

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIÓN DEL VETIVER EN TAILANDIA

Narong Chomchalow

Experto en Vetiver, y Coordinador del Pacific Rim Vetiver Network
Oficina de la Real Junta de Proyectos de Desarrollo- ORDPB, Bangkok, Tailandia
Correo electrónico: narongchc@au.edu

Resumen:

Los trabajos de I&D en vetiver, llevados a cabo recientemente en Tailandia se describen brevemente, a saber: mejora de los ecosistemas forestales, secuestro de carbono, estabilización de taludes de carreteras, la caracterización de ecotipos nativos de vetiver, selección de ecotipos nativos de vetiver para áreas de bosque, y distintos métodos de fitorremediación. Además, también se han descrito las aplicaciones de vetiver, a saber: la rehabilitación de ambientes deteriorados, la conservación de suelos en pendiente de zonas agrícolas, concursos de siembras de vetiver, la promoción de la siembra de vetiver, el diseño de artesanía de vetiver, la instalación de las redes de los fanáticos vetiver, el establecimiento de bancos de vetiver, y la utilización arquitectónica de los tableros de vetiver.

Palabras Clave: ecosistemas forestales, secuestro de carbono, caracterización, fitorremediación, estabilización del suelo, concursos de vetiver, las redes de los fanáticos de vetiver, los bancos de vetiver.

1. INTRODUCCIÓN

El vetiver se ha utilizado en Tailandia para la conservación del suelo y el agua, así como para muchas aplicaciones agrícolas y no agrícolas por más de 20 años después de que sus méritos han sido reconocidos a través de la iniciativa de Su Majestad el Rey. El presente documento describe los trabajos de I&D sobre el vetiver, así como las aplicaciones llevadas a cabo recientemente en Tailandia.

2. INVESTIGACIÓN & DESARROLLO

Su Majestad el Rey fue el que sugirió que el vetiver bien podría ser la respuesta a la estabilización de las tierras que se erosionan rápidamente en Tailandia, al tiempo que reduce el exceso de escorrentía y los problemas relacionados. En sus varios mensajes sobre el vetiver, pidió a los funcionarios que tuvieron una audiencia con él, que empezasen a hacer investigación y desarrollo sobre vetiver. En un intento de recopilar toda los trabajos de I&D en Tailandia durante los últimos

años, nos hemos encontrado con dificultades ya que existen muchas agencias que llevan a cabo I&D pero no publican sus trabajos. Por ello, sólo se ha recopilado una fracción de los trabajos y se presentan a continuación:

2.1 Mejoramiento de Ecosistemas Forestales

El estudio sobre el papel de vetiver en la mejora del ecosistema de bosque seco de dipterocarpaceas y bosques caducifolios mixtos reveló que en sólo dos años (2007-09), el vetiver plantado en el contorno con 2m de intervalo vertical ha mejorado considerablemente el contenido de humedad de la superficie del suelo, lo que ayuda en la reducción del riesgo de incendios forestales. La estructura del suelo del bosque seco de dipterocarpaceas se ha desarrollado lentamente, con una densidad total de 1,28 a 1,97 Mg/m³, mientras que la de los bosques caducifolios mixtos fue 0,92-1,39 Mg/m³. La cantidad de materia orgánica del bosque seco de dipterocarpaceas fue bastante baja, con 17,0-18,2 g/kg de suelo mientras que la de los bosques caducifolios mixtos estaba en 11,2 a 37,1 g/kg de suelo. No se encontraron diferencias significativas en la población de plantas, así como en el desarrollo meteorológico. Sin embargo, se encontró que los atributos meteorológicos tienen una correlación positiva con el clima. La humedad media de bosque seco de dipterocarpaceas sólo ha aumentado un poco, en 8,37-10,19% en volumen, mientras que en los bosques caducifolios mixtos el incremento estuvo en 7,70 a 10,54% (Anónimo 2009d).

2.2 Secuestro de Carbono

Con el fin de comparar el potencial de vetiver en el secuestro de carbono, Thammathavorn y Khanema (2010), emplearon 11 ecotipos de vetiver nativos de Tailandia en un experimento. La toma de muestras fue realizada cuando los ejemplares de las plantas de vetiver alcanzaron 3 años de edad. Las muestras fueron analizadas para el peso seco y el total de carbono y nitrógeno en las raíces, tallos y hojas. Se encontró que el ecotipo 'Loei' tuvo el mayor peso, como promedio, mientras que el ecotipo 'Ratchaburi' tuvo el más bajo. El carbono y el nitrógeno se acumulan en la raíz, tallos y hojas, respectivamente. El ecotipo 'Ratchaburi' tuvo incrementos de carbono a la tasa más alta de 11 Mg/ha/año, mientras que el más bajo fue el 'ecotipo' Loei con 4 Mg/ha/año. El estudio anatómico revela que los 11 ecotipos tienen características de hidrófitas, es decir, con grandes poros celulares que deben estar relacionadas con el almacenamiento de agua y aire, así como la circulación de agua y aire en la hoja de vetiver. Los 11 ecotipos tuvieron mayor tasa de deposición de carbono en el suelo que las superficies plantadas de *Acacia mangium*, praderas tropicales, ryegrass (*Lolium perenne*), trigo, cebada y avena. El vetiver puede secuestrar mayor cantidad de carbono en las áreas que tienen alta concentración de partículas de arcilla.

2.3 Estabilización de taludes en carreteras

El Sistema Vetiver se aplicó con éxito en la estabilización de las pendientes erosionadas y colapsadas de las carreteras. El éxito de la aplicación depende de la adopción de técnicas de

plantación óptimas, que incluyen: (1) materiales adecuados de siembra (2) mejoras de la fertilidad del suelo, (3) plantar durante el período de siembra adecuado, (4) patrón de siembra en base al grado de severidad, (5) el mantenimiento después de la siembra, (6) efectos de la zona específica, tales como la superficie del terreno, inclinación de la pendiente, el efecto de sombreado y (7) intercalado con plantas de cobertura fijadoras de N (*Arachnis pintoii*) para proporcionar fertilizante nitrogenado y ahorrar costes de mantenimiento. Esta aplicación también evita las fallas de superficies poco asentadas y los flujos de tierra en suelos saturados. El Sistema Vetiver ha sido aplicado con éxito en las siguientes situaciones de carreteras: (1) cortes, (2) rellenos, (3) bancos de cauces a lo largo de la carretera, (4) revestimiento de zanjas, (5) la pendiente del hombro, (6) muro de gaviones, y (7) estructuras de drenaje (Sanguankaeo et al., 2010).

2.4 Caracterización de ecotipos nativos Vetiver

La caracterización se ha realizado en 27 ecotipos de vetiver nativos basado en 31 atributos morfológicos. Un total de 14 variedades distintas se han identificado, a saber, 'Chiang Rai', 'Kanchanaburi', 'Kamphaeng Phet 1', 'Roi Et', 'Phitsanulok', 'Nakhon Sawan', 'Trang 1', 'Trang 2', 'Chaiyaphum', 'Songkhla 2', 'Saraburi 1', 'Saraburi 2', y 'Loei'. Los 13 ecotipos restantes se caracterizarán en 2010, mientras que otros cinco ecotipos mostraron grandes variaciones. De las 27 variedades que se han caracterizado, 14 han sido evaluados en 2009, mientras que los 13 restantes serán evaluados en 2010 (LDD, 2010).

2.5 La selección de ecotipos nativos Vetiver para el Área Forestal

La prueba de estrés de la tolerancia a la sombra de vetiveres nativos reveló que cuatro ecotipos fueron capaces de tolerar la sombra igualmente bien. Estos fueron HK-SD-R1, HK-SD-R2, HK-SD-R3 y HK-SD-R4. La prueba de tolerancia a la sequía dio lugar a tres ecotipos, el anegamiento - un ecotipo, y alternancia de anegamiento y sequía - 3 ecotipos. Todos los demás atributos no se modifican. Ellos se multiplicaron para su utilización en futuros experimentos y se han encontrado con dificultades para producir suficiente material de siembra para los experimentos, de manera que se intentó la propagación por semillas. Las semillas tuvieron una tasa de germinación del 55 a 75%, con un crecimiento inicial pobre, pero con buena tasa de supervivencia. Ahora están teniendo un buen crecimiento y se utilizará para producir semillas para experimentos en el futuro (Anónimo, 2009c).

2.6 La fitorremediación:

El Vetiver tiene un gran potencial para rehabilitar el suelo contaminado o intoxicado y el agua, ya que puede tolerar altas concentraciones de contaminantes y metales pesados. Muchos autores han demostrado la aplicación con éxito en el uso de vetiver como un remedio para la eliminación de contaminantes y metales pesados en suelos y el agua contaminados o intoxicados de Tailandia. Entre estas se encuentran:

2.6.1 La depuración de agua contaminada con arsénico:

Johne, et al. (2008) llevó a cabo un experimento para depurar el agua contaminada por arsénico en un estanque en Nakhon Si Thammarat, en el sur de Tailandia. Plantar el estanque consistió en "tierra roja" - cáscara de arroz y grava - plantadas con vetiver y Colocasia esculenta, luego se inundaba dos veces al día, hasta aprox. 20 cm de altura. El resultado indicó que en un estanque con un volumen de 9 m³ y un caudal de 1,5 m³ de agua al día, se puede reducir el contenido de arsénico de 800 a menos de 10 µg/L a la salida, que está de acuerdo con el valor de la OMS. Este sistema tiene una seguridad de funcionamiento de un año por lo menos. La operación y mantenimiento de los filtros de suelo cultivado son bastante simples y cumplen todas las expectativas de un proceso de depuración simple. No se necesitan productos químicos que se añaden al agua. La demanda de energía es baja, especialmente mediante el uso de un gradiente natural para el arreglo y la construcción de los estanques. El proceso de depuración reúne todos los requisitos para un sistema de tratamiento de arsénico en el agua efectivo, económico y sostenible.

2.6.2 Tratamiento de aguas residuales domésticas:

Boonsoong (2008) plantó vetiver usando la "técnicas de la plataforma flotante" para el tratamiento de aguas residuales domésticas. El estudio se dividió en tres fases de 8 semanas cada uno, usando 7-, 5- y 3-d (días) de tiempo de retención hidráulico (TRH), respectivamente. Dos parámetros de control diferentes, incluyendo dos ecotipos de vetiver y ninguna planta como el control, y 2 niveles de concentración de aguas residuales - alto (AC) y baja (BC) fueron examinados. El promedio del afluente AC contenía 90,12 a 94,88 mg/L de DBO, 41,025 a 52,806 mg/L NT (nitrógeno total) y 5,892 a 6,657 mg/L PT (fósforo total), mientras que la media de BC fueron 44.28-58.92, 34,731 a 42,144 y de 4,838 a 5,482 mg/L, respectivamente. Los resultados indicaron que la eficacia del tratamiento de TRH y diferentes concentraciones de aguas residuales fueron significativamente diferentes. El 7-d TRH mostró la mayor eficiencia de tratamiento. La eficacia del tratamiento en la DBO, NT y PT en AC fue mayor que en BC, con un promedio de 90,5-91,5, desde 61,0-62,5 y 17,8-35,9%, respectivamente. La eficacia del tratamiento de los ecotipos 'Songkhla-3' y 'Surat Thani no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, la eficacia del tratamiento de la DBO y el PT de "Surat Thani fueron ligeramente superiores a 'Songkhla-3'. El incremento de la biomasa 'de Surat Thani en BC fue mayor que en AC, mientras que 'Songkhla-3' mostró una tendencia opuesta. Por lo tanto, los resultados generales sugieren que la condición óptima de esta técnica deben ser diseñados en 7-d TRH y plantado con el ecotipo 'Surat Thani'. Sin embargo, si las aguas residuales contienen muchos nutrientes, se debe plantar el ecotipo 'Songkhla-3'.

2.6.3 Remoción de Metales Pesados de Agua Industrial:

Roogtanakiat et al. (2007) investigaron la capacidad del vetiver para la absorción de metales pesados de aguas residuales industriales. Tres ecotipos de vetiver, 'Kamphaeng Phet-2', 'Sri Lanka' y 'Surat Thani', se cultivaron en 4 tipos de aguas residuales industriales, a saber. la fábrica de leche (W1), planta de fabricación de baterías (W2), planta de luz eléctrica (W3), y la instalación de

fabricación de tinta (W4). Se encontró que el vetiver puede crecer bien en estas aguas residuales. Sin embargo, la concentración de metales pesados en aguas residuales juega un papel importante en el crecimiento del vetiver. En W1, creció mejor mientras que en W4 creció menos, ya que estaba contaminada con Mn, Fe y Cu. Los tres ecotipos de vetiver absorbieron $Fe > Mn > Zn > Cu > Pb$, concentrando más Pb en las raíces que en los brotes. La absorción total de Fe y Zn fueron mayores en el vetiver que creció en W1, mientras que la mayor absorción de Pb total se presentó con la mayor concentración de Pb. El vetiver que creció en W1 presentó la eficiencia de remoción más alto de Mn, Fe, Zn y Pb de 33.72, 27.63, 52.73 y 8.94%, respectivamente, mientras que en los vetiveres creciendo en W4 se obtuvo una eficiencia de hasta el 87,5% de remoción de Cu de las aguas residuales, a pesar de que mostraron un síntoma de intoxicación por Cu en el crecimiento de la raíz. El ecotipo 'Sri Lanka' tuvo el mejor crecimiento y la más alta eficiencia de remoción de metales pesados.

2.6.4 Rehabilitación de Minas de Hierro:

Roogtanakiat et al. (2008) llevó a cabo un experimento en invernadero para evaluar los efectos de las enmiendas del suelo sobre el crecimiento, el rendimiento y la acumulación de nutrientes primarios y metales pesados (Fe, Zn, Mn y Cu) en el vetiver. Las plántulas del ecotipo 'Ratchaburi' se plantaron en los relaves de mineral de hierro modificado con compost y agentes quelantes (EDTA y DTPA). Se encontró que los residuos de mineral de hierro contenían altas concentraciones de metales pesados y bajo contenido de nutrientes primarios y materia orgánica. Enmiendas con agentes quelantes podrían aumentar la translocación de Cu. Los factores promedios de translocación de Mn, Fe, Zn y Cu fueron 0.86, 0.71, 0.69 y 0.55, respectivamente. Se concluyó que el vetiver es una planta potencial de fitoestabilización y rehabilitación de las minas de mineral de hierro.

2.6.5 Mejora de la eficiencia de la fitorremediación:

Roogtanakiat et al. (2009) cultivó el ecotipo de vetiver 'Ratchaburi' en un suelo no contaminado por metales pesados y en el suelo de las minas de zinc enmendado con compost y agentes quelantes. Se encontró que el Zn en el suelo de mina inhibió el crecimiento del vetiver, y le causó clorosis a las hojas. Los agentes quelantes y el compost no afectaron la translocación de Mn y Zn, pero podría elevar la translocación del Fe y la del Cu.

2.6.6 Descontaminación de metales pesados:

El vetiver es altamente tolerante a los metales pesados. Sin embargo, una concentración extremadamente alta de metales pesados podría inhibir el crecimiento del vetiver como lo demuestra Roogtanakiat (2009) quien hizo un experimento mediante el tratamiento de vetiver con 100% de lixiviados y encontró que en 80-85 días después de la plantación, todas las plantas murieron. Trabajos de investigación sobre el uso del vetiver para la descontaminación de metales pesados han sido recopilados por Roogtanakiat (2009). Estos están relacionados con ecotipos y el desempeño en su crecimiento, las enmiendas del suelo y fertilizantes, y la translocación de metales pesados en el vetiver. Se encontró que el ecotipo de vetiver 'Kamphaeng Phet-2' es el mejor ya que ha alcanzó la

mayor altura de planta y peso seco creciendo en una zona de minas de zinc, mientras que los ecotipos 'Kamphaeng Phet-2' y 'Sri Lanka' presentaron de manera significativa mayor altura de la planta y de peso seco total que el ecotipo 'Surat Thani' cuando se desarrollaron en aguas residuales industriales (Roogtanakiat et al. 2007). Enmendando los relaves de mineral de hierro con compost y agentes quelantes podría mejorar el crecimiento del vetiver y la absorción de metales pesados (Roogtanakiat et al. 2009). La raíz del vetiver pudo acumular mayores concentraciones de metales pesados que el vástago (Roogtanakiat et al. 2007).

2.6.7 Absorción de uranio:

Roogtanakiat et al. (2010) compararon la capacidad del girasol, el vetiver y el pasto guinea púrpura para absorber uranio de una solución de la torta-amarilla radiactiva. Usando una técnica de imagen en placa, se utilizan rayos beta y gamma de nucleidos derivados del uranio para estimular el fósforo de la placa de la imagen para determinar la distribución de uranio en las plantas. Se encontró que las 3 plantas pueden acumular el uranio en sus raíces más que en el vástago. Sin embargo, el girasol pudo absorber uranio de la solución y de los sistemas de siembra en arena mejor que el pasto guinea púrpura, mientras que el vetiver tuvo la menor absorción. Por otra parte, el girasol absorbe mayor cantidad de uranio en la medida que el tiempo de crecimiento transcurre. A pH 4, se facilita una mejor absorción de uranio de la solución de la torta-amarilla radiactiva que a pH 7, sin embargo, el crecimiento de todas las plantas se encontró que era mejor a pH 7.

3.0 APLICACIONES

3.1 Rehabilitación de ambientes deteriorados:

El Departamento de Desarrollo de Tierras (LDD, 2010b) puso en marcha un proyecto relativo a una campaña de plantación de vetiver para rehabilitar ambientes deteriorados sobre una base anual desde 1993. Las diversas actividades que se realizaron fueron: (i) la producción de esquejes que se plantarán en zonas seleccionadas, (ii) la producción de esquejes para su distribución gratuita a las personas interesadas, (iii) el fomento de la siembra de vetiver en las escuelas, y (iv) una campaña de alcance nacional para la siembra de vetiver y exaltar la propicia ocasión del Aniversario del Cumpleaños de Su Majestad la Reina (12 de agosto). Los resultados obtenidos se pueden resumir como sigue: (1) se produjeron un total de 1.752 millones de esquejes, (2) - 700.000 hectáreas de superficie plantada. A partir de 2006, la campaña a nivel nacional sobre la plantación de vetiver se ha hecho más vigorosa. Por ejemplo, en 2006, con el presupuesto de 400,5 millones de Baht (aprox. EE.UU. \$ 12 millones), la cantidad de esquejes producidos fue de 300 millones mientras que el área plantada fue de 120.000 ha.

3.2 Conservación de Suelos en las zonas agrícolas en laderas:

Limthong (2010) opina que las medidas de conservación del suelo y del agua juegan un papel importante en la prevención de la pérdida del suelo y la erosión en zonas agrícolas de laderas. En el norte de Tailandia, las plantaciones de maíz en laderas provocó una pérdida de suelo de 5,19 a 7,81 Mg/ha, y el arado y la siembra de maíz cultivado en contorno pueden disminuir la pérdida de suelo

alrededor de 33,6%. En las zonas en pendiente, las barreras de vetiver con IV de 1,5 m pueden reducir la pérdida de suelo a 4,81 Mg/ha. Una hilera simple de barrera de vetiver dio un mayor número de brotes y un mayor tamaño de las macollas que las barreras de dos hileras. Con un espaciamiento de 10 cm, la cantidad de pérdida de suelo fue la más baja. En el segundo año sin embargo, la franja densa de vetiver plantada en hileras dobles podría reducir la erosión del suelo, especialmente en combinación con setos de leguminosas, con 50-90% de reducción, mientras que la producción de maíz aumentó un 15-30%. En la parte oriental de Tailandia, los campos de maíz con vetiver/franjas de maní la cantidad de pérdida de suelo fue de 4,78 Mg/ha en comparación con 24,4 Mg/ha en la parcela testigo. Las barreras vivas de vetiver redujeron significativamente la pérdida de suelo hasta en 82%. En las zonas bajas de la región central la práctica convencional tiene la mayor pérdida de suelo 2.25 Mg/ha, frente a 1,16 Mg/ha, con barreras de vetiver y 0,91 Mg/ha de parcelas con terrazas. El más alto rendimiento de maíz fue 3560 kg/ha en parcelas con terrazas, y disminuyó ligeramente a 3290 kg/ha con barreras de vetiver. En 1 año y medio las barreras de vetiver se han convertido en zanja por el sedimento acumulado en frente de los setos.

3.3 Estabilización del suelo:

El concurso fue un esfuerzo de colaboración de la Fundación Coca-Cola, el Consejo Nacional de Bienestar Social de Tailandia, el Instituto de Información Hydro y Agro, el Departamento de Riego Real, el Ministerio de Educación y la Oficina de la Real Junta de Desarrollo de Proyectos (Anónimo . 2009b). Su objetivo fue incentivar y educar a los estudiantes, para aumentar su conocimiento de la gestión sostenible del agua y su conservación. La última ronda se celebró en el Centro de Estudios de Desarrollo Khao Hin Son en la Provincia Chachoengsao, 8-10 octubre de 2008, y participaron 80 estudiantes de 4 escuelas ganadoras de cada región. Los estudiantes de la Escuela de Huai Yot de la Provincia de Trang, presentaron un proyecto destinado a proteger dos valiosos embalses cerca de la escuela, en los que durante la temporada de lluvias, las fuertes lluvias por lo general hacen colapsar los bancos de los embalses y reducen el nivel del agua. El cuerpo de agua también está contaminado con basura y hojas podridas. Los estudiantes plantaron pasto vetiver en los bancos de los embalses, usando las profundas y gruesas raíces del vetiver para estabilizar el suelo y evitar que se colapse. Su proyecto ganó el primer premio y recibió un trofeo donado por Su Majestad el Rey.

3.4 Concursos sobre la plantación de vetiver, promoción de la siembra de vetiver, y producción de artesanías con vetiver:

La Fundación Chaipattana, la Oficina de la Real Junta de Proyectos de Desarrollo, el Departamento de Desarrollo de Tierras y PTT Public Company Limited (PTT Plc.) han organizado conjuntamente concursos destinados a inspirar al público a sembrar y usar vetiver para conservar el suelo y el agua. Los concursos se han organizado cada año desde el 2006 hasta el presente para estimular a los productores a realizar un mejor trabajo en la siembra de vetiver (Anónimo 2007, 2008, 2009a y 2010). Los concursos se dividen en tres categorías: la siembra, la promoción de la

plantación y diseño de productos y/o innovaciones con las hojas de vetiver. Los expertos de vetiver, agricultura, medio ambiente y los diseños de productos, junto con los comités regionales, y el sub-comité de diseño de producto con las hojas de vetiver fueron miembros del jurado. Los ganadores de las tres categorías recibieron los trofeos donados por Su Majestad el Rey, y el dinero de los premios y certificados.

3.5 Configuración de Redes de los fanáticos de Vetiver:

A través de la iniciativa de la PTT Plc., las redes de fanáticos del Vetiver se han establecido en todo el país en cinco regiones, a saber: la del Norte, Central, Sur, Este y el Nordeste (Anónimo 2010). Estas redes agrupan a las personas que dedican su tiempo en trabajar para la expansión de las actividades de vetiver en sus regiones. Después de operar durante un tiempo, se formó la Red Nacional compuesta de 2-3 miembros de cada región como los representantes. El Comité pidió a la ORDPB, LDD, y el PTT Plc. que fuesen sus asesores tanto de las redes regionales como de la nacional. Las actividades de las redes se han ampliado en todos los niveles administrativos, a saber: la comunidad, el sub-distrito, el distrito, la provincia, hasta el final a nivel nacional. Se espera que en el futuro, la Red se vinculara con otras redes similares de otros países de la Región. Ellos están decididos a desarrollar sus propias áreas como el "Centro del Ciclo Integral de las Actividades con Vetiver" con el fin de ser el centro de aprendizaje y expansión en el uso del vetiver, de su colección de germoplasma, su uso en la conservación del suelo y el agua, enriquecimiento de la fertilidad del suelo, aplicaciones agrícolas, producción de artesanía de hoja vetiver para el uso en los hogares y para vender a los mercados para complementar sus ingresos, hasta llegar a la recopilación de datos, la investigación en la comunidad, creación de la base de datos con el fin de ser utilizados en sus comunidades y con el potencial para desarrollar los recursos humanos como son los expertos de vetiver a nivel local, tanto en la teoría como en la práctica. Cada miembro se ha comprometido de ser parte en ayudar al trabajo pionero de Su Majestad sobre el vetiver.

3.6 Establecimiento de Bancos Vetiver:

Varios bancos no convencionales relacionados con la agricultura han sido previamente establecidos en Tailandia, la principal diferencia entre estos bancos y el banco monetario convencional es que los primeros son sin fines de lucro y no monetarios en su naturaleza. El agricultor puede retirar el elemento que desee en el banco cuando sea necesario y deberá ser devuelto con intereses al banco en una fecha posterior cuando el agricultor tiene en su poder el elemento que se ha producido o se ha multiplicado. A través de los concursos de "Siembra Vetiver" y "Promoción de siembra de Vetiver", organizados por el PTT Plc, 3 bancos de vetiver fueron establecidos en 2009 por: (i) el Sr. Thongdee Inta, Sub-distrito Pratu Pa, Distrito Mueang, Provincia de Lamphun, (ii) el Sr. Pakpum Poya, Sub-distrito Ping Kong Distrito de Chiang Dao, Provincia de Chiang Mai y (iii) Grupo Amas de Casa Ban Sang, Sub-distrito Khi Lek, Distrito de Mae Rim, Provincia de Chiang Mai (Anónimo 2009a). En el caso del Sr. Thongdee Inta que ganó el concurso de Siembra de Vetiver PTT, cuando los vecinos observaron que el vetiver proporciona muchos beneficios en su finca, ellos

vinieron y le solicitaron esquejes de vetiver para sembrar en las fincas de ellos. En lugar de darles los esquejes libres de cargo, les prestó los esquejes de su 'Banco de Vetiver' con la condición de que los prestatarios tienen que devolver la misma cantidad de esquejes al Banco más los intereses, por ejemplo, una cantidad extra de esquejes de manera que pueda asistir con préstamos a otros agricultores. El mismo principio se aplica para los bancos de vetiver del Sr. Pakpum Poya y el Grupo de Amas de Casa Ban Sang, ambos ganaron el premio Promoción de Siembra de Vetiver PTT (Anónimo 2009a).

3.7 Utilización en Arquitectura de los tableros de Vetiver:

La Asociación de Arquitectos siameses decidió construir su nuevo centro con el fin de apoyar y dar servicio a los usuarios. Se encuentra en el 5to piso del Centro de Descubrimiento de Siam (Siam Discovery Center) en Bangkok. El diseñador decidió utilizar materiales de fabricación nacional con el fin de disminuir el costo en el transporte y las materias primas. La creación de diseños con materiales fabricados ecológicamente estimula la demanda del mercado para el uso de materiales alternativos. La estructura actual fue ensamblada usando tableros de vetiver (TV) y caucho insertado con madera para mejorar la durabilidad y fuerza de la estructura. Los TV cubren de la estructura interna, dando al exterior efectos visuales diferentes. Esta mantiene la calidad de su rigidez y durabilidad, dando al exterior un efecto visual diferente. El proceso de fabricación de los TV se realizó cortando las hojas y dejándola secar al sol durante 2-3 días, luego se comprimen en tableros. Una capa protectora de lacas a base de agua se aplicó a los TV para prevenir los efectos de la humedad y las manchas. Esto también ayudó a preservar la superficie. Además de las paredes, techo y suelo de las habitaciones, los TV también se han utilizado en la fabricación de muebles como armarios, mesas y sillas (Anónimo 2009b).

4. REFERENCIAS

- Anónimo. 2007. Report of the PTT Plc. on vetiver contests for 2007. PTT Plc., Bangkok (en Tailandés).
- Anónimo. 2008. Report of the PTT Plc. on vetiver contests for 2008. PTT Plc., Bangkok (en Tailandés).
- Anónimo. 2009a. Report of the PTT Plc. on vetiver contests for 2009. PTT Plc., Bangkok (en Tailandés).
- Anónimo. 2009b. Vetiver grass board decorates ASA Centre in Bangkok. *Vetiverim* 49: 4.
- Anónimo. 2009c. Report of the operation of the project on development and utilization of vetiver under His Majesty's Initiatives for the FY 2009. Huai Hong Khrai Development Study Centre, Chiang Mai (en Tailandés).
- Anónimo. 2009d. The role of vetiver grass and forest fire on forest ecosystem development. A joint report submitted to the Office of the Royal Projects Development Board by various offices. ORDPB, Bangkok. (en Tailandés)
- Anónimo. 2010. Report of the PTT Plc. on vetiver contests for 2010. PTT Plc., Bangkok (en Tailandés).

- Boonsong, K. 2008. Domestic wastewater treatment using vetiver grass cultivated with the floating platform technique. *AU J.T.* 12: 73-79.
- Johne, S.; Watzke, R. y Visoottiviseht, P. 2008. Cleanup of arsenic-contaminated waters by means of soil filters planted with vetiver and other plants. *Vetiverim* 44: 5-6, 11-12.
- LDD. 2010a.
- LDD. 2010b. The result of operation on the campaign of planting vetiver nationwide in order to conserve the soil and rehabilitate soil resources and the environment. Land Development Department, Bangkok (en Tailandés).
- Limtong, P. 2010. Application of the vetiver system for soil and water conservation in Thailand. Trabajo presentado en la Primera Conferencia Latinoamericana del Vetiver- Santiago, Chile, 14-16 Octubre 2010.
- Roogtanakiat, N.; Tangruuanglat, A.; y Meesat, R. 2007. Utilization of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) removal of heavy metals from industrial wastewaters. *Sci Asia* 33: 397-403.
- Roogtanakiat, N.; Osotsapar, Y.; y Yindiran, C. 2008. Effects of soil amendments on growth and heavy metals contents in vetiver grown on iron ore tailings. *Kasetsart J. (Nat.Sci.)* 42: 397-406.
- Roogtanakiat, N. 2009. Vetiver phytoremediation for heavy metal decontamination. TB 2009/1, Pacific Rim Vetiver Network, Office of the Royal Projects Development Board, Bangkok,
- Roogtanakiat, N.; Osotsapar, Y.; y Yindiran, C. 2009. Influence of heavy metals and soil amendments on vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) grown in zinc mine soil. *Kasetsart J. (Nat.Sci.)* 43: 37-49.
- Roogtanakiat, N.; Sudsawad, P.; y Ngernvijit, N. 2010. Uranium absorption ability of sunflower, vetiver and purple guinea grass. *Kasetsart J. (Nat.Sci.)* 44: 182-190.
- Sanguankao, S.; Sawasdimongkol, L.; y Jirawanwasana, P. 2010. Sustainable vetiver system in erosion control and stabilization for highways slopes in Thailand. Trabajo presentado en la Primera Conferencia Latinoamericana del Vetiver - Santiago, Chile, 14-16 Octubre 2010.
- Thammathavorn, S.; y Khanema, P. 2010. Sequestration potential of vetiver. Report to the Office of the Royal Development Projects Board by the Biology Branch, Science Office, Suranaree Technical University, Nakhon Ratchasima, Thailand (en Tailandés).