

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE VETIVER PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS EN TAILANDIA

Pitayakon Limtong

*Desarrollo Territorial, Ministerio de Agricultura y las cooperativas,
Chatuchak, Bangkok 10900, Tailandia*

Correo electrónico: pitaya49@msn.com

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura en Tailandia es muy variada y difiere en cuanto a las actividades en cada región o localidad, sobre todo en la manera en que los cultivos agrícolas y tradicionales han sido transmitidos de generación en generación. Cada región tiene claras diferencias sociales y económicas. La agricultura de la región central alrededor de la cuenca del río Chao Phraya se diferencia de la cultura agrícola del noreste, y a la del norte y el sur de Tailandia. La agricultura de Tailandia ha tenido una larga evolución en el sudeste asiático. El desarrollo de la agricultura ha ido de la mano con el crecimiento de la nación tailandesa. La agricultura es importante y afecta a la subsistencia de la mayoría de la población. Como es de esperar, las actividades agrícolas se han cumplido y observado de cerca a lo largo de la historia tailandesa. Las actividades agrícolas en Tailandia son fuertes y consolidadas. El sector agrícola ha progresado en muchas áreas, incluyendo la gestión de los recursos hídricos, desarrollo de la tierra, la horticultura, la ganadería, la pesca, la agroindustria y las industrias agrícolas y cooperativas. Los tailandeses han hecho su vida en la agricultura por varias generaciones.

Sin embargo, la degradación de los recursos del suelo es un problema muy importante en el sector agrícola de Tailandia, ya que la pérdida de suelo y la erosión es el factor principal de la disminución de la fertilidad del suelo y su productividad. La aplicación de vetiver para la conservación del suelo y el agua juega un papel importante para evitar la pérdida de suelo y la erosión en la zona agrícola muy empinada. Por lo tanto la aplicación del pasto vetiver para la conservación del suelo y el agua es una medida para solucionar tal problema. En relación con los patrones de uso del pasto vetiver, Su Majestad el Rey Bhumibol Adulyadej, acompañado por la princesa Sirindhorn Mahachakri, el 25 de julio de 1997 se dirigió a presentar los títulos académicos a los graduados en la Universidad Kasetsart, Bangkok, Tailandia. El discurso real de ese día es el siguiente;

"Las cosas que son útiles tienen que ser utilizadas de acuerdo con los principios y la adecuación de las circunstancias. La utilidad de ellas será mostrada más tarde. Por ejemplo, la siembra del pasto vetiver debe hacerse en tal forma que los tallos del pasto sean plantados en armonía con los terrenos existentes. En las tierras altas, hay que poner las filas a lo largo de la pendiente y la vía del río. En la llanura, el pasto debe ser plantado alrededor de las parcelas de cultivo o como una franja de césped entre las filas de los cultivos. Para los recursos de agua, el pasto debe plantarse en hileras sobre la superficie del agua, contribuyendo así a mantener el suelo intacto, mantener el suelo húmedo, y evitando que los materiales tóxicos de los sedimentos contaminen el agua. Si lo hace así

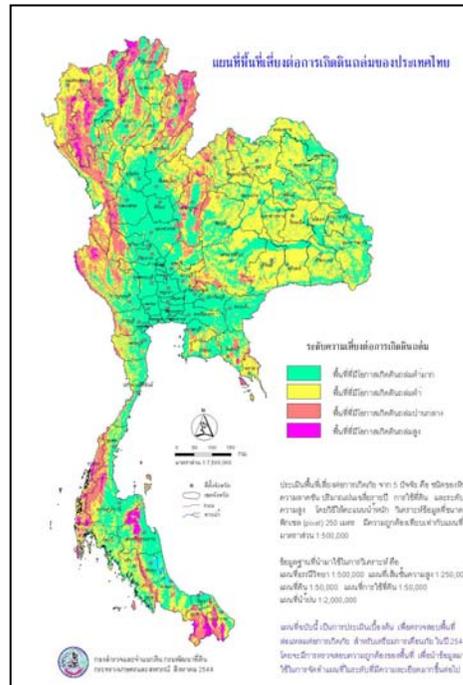
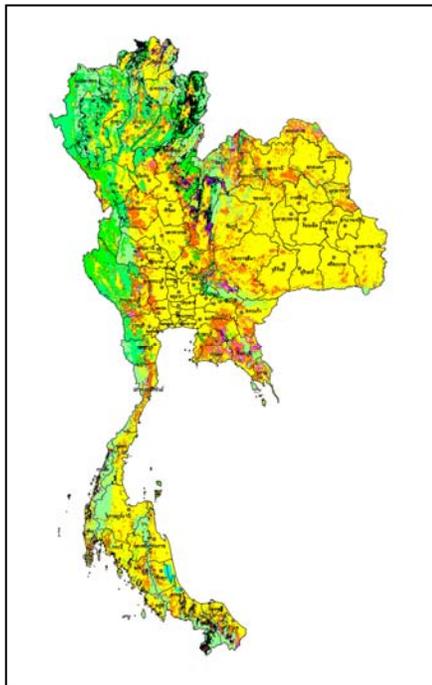
va a ser muy útil para la conservación de suelos y agua, la mejora del suelo y los bosques."

Su Majestad ha iniciado el uso del pasto vetiver para la conservación del suelo y el agua, y para la rehabilitación del medio ambiente. Ha dado discursos a varias agencias gubernamentales relacionadas con el desarrollo. El Departamento del Desarrollo de la Tierra ha aceptado plenamente su iniciativa y ha realizado investigaciones sobre el uso del pasto vetiver para que esta tecnología pueda ser transferida a los agricultores y otras personas que son responsables de tales obras (Tierra del Departamento de Desarrollo, 1998).

2. EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN DEL SUELO EN TAILANDIA

En Tailandia, un país donde la ocupación principal del pueblo es la agricultura, las medidas de conservación de suelos y aguas son muy importantes para el área de cultivos. Esto se debe al proceso de erosión en la tierra cultivada y expuesta, donde ha habido pérdidas de tierra superficial culpa de la falta de medidas de conservación. Por lo tanto, quedan menos de los nutrientes en el suelo necesarios para el crecimiento vegetal mientras que el proceso de erosión sigue continuando durante un largo período de tiempo, lo cual disminuirá la fertilidad y productividad del suelo. La aplicación de métodos de conservación en el suelo de las tierras planas y las tierras altas esta siendo ejecutada por los centros de servicios regionales en todo el país como parcela de demostración para otras agencias del gobierno y los agricultores. Las prácticas de conservación de suelos se han implementado utilizando ambas medidas mecánicas y vegetativas que dependen de los tipos de topografía y la pendiente de dicha zona. La más común de las medidas de conservación de los suelos son las terrazas y zanjas de ladera, las cuales han sido implementadas ampliamente en los taludes. Por otra parte, las zanjas en las laderas parecen tener más potencial para absorber y drenar los excesos de agua a las vías navegables. Actualmente, varios tipos de medidas mecánicas han sido aplicadas en muchas áreas de las tierras altas del norte.

El agotamiento de la fertilidad en las tierras de cultivo se da a cabo por la combinación de muchos factores, como la eliminación de grandes cantidades de nutrientes al cosechar los cultivos anuales, las pérdidas de los componentes solubles a través de procesos de lixiviación, y la rápida descomposición de la materia orgánica como resultado de la actividad microbiana en suelos cultivados. Por otra parte, las tierras utilizadas en la agricultura son moderada o gravemente afectadas por la degradación del suelo, lo cual resulta en costos de insumos importantes y pérdidas de productividad. Además, el proceso de erosión es ahora reconocido como una de las fuerzas más graves en el acelerado agotamiento de la fertilidad y la productividad de las tierras cultivadas. Por otra parte, el patrón de cultivos en las tierras altas, tales como los cultivos entre labrado, dan poca protección al suelo, de manera que la erosión ha avanzado. La producción de cultivos en fila, especialmente en tierra altamente erosionada sin conservación de suelos apropiada, esta sufriendo seria erosión causando que la tierra se vuelva improductiva.



Mapa de erosión (LDD, 2004) Mapa de riesgosos derrumbes. (LDD, 2004)

Los problemas del uso del suelo se derivan de la utilización y la propiedad. La utilización inadecuada de la tierra ha provocado problemas de erosión y degradación del suelo. El suelo se convirtió en lixiviado y en tierra estéril cuando la superficie del suelo no estaba cubierta por plantas o residuos, y algunas áreas enfrentaron el problema de suelos salinos, suelo con ácido y con sulfato ácido, o tuvo una baja capacidad de amortiguación. En las zonas montañosas y empinadas el suelo es arenoso o arcilloso y no debe ser utilizado para la agricultura sin tomar en cuenta las prácticas de conservación.

Los proyectos de conservación del suelo se han llevado a cabo durante casi 40 años. En sus inicios a principios de 1960, las estaciones y unidades de conservación del agua y suelos fueron creadas en todo el país, especialmente en el norte y noreste, donde la erosión es muy grave. Inicialmente, las terrazas se introdujeron como un servicio gratuito a los agricultores, incluyendo arar sus campos sin cargos. Los agricultores estaban dispuestos a aceptar la nueva metodología gracias al servicio gratuito de labranza. Más tarde deshicieron las terrazas debido a la reducida área de cultivo. Hoy, sin embargo, algunos agricultores se han dado cuenta de los beneficios a largo plazo y aceptan algunas de las medidas de conservación de suelos y agua las cuales han adoptado en sus tierras (especialmente en el norte). Los obstáculos para llevar a cabo dichas actividades pueden deberse a la falta de datos básicos e información necesaria para el establecimiento de medidas adecuadas de conservación de suelos, a que el personal local de extensión no tiene suficiente contacto con los agricultores, a que la relación con los agricultores no ha sido apropiada, y a que la adopción de conservación de suelos y agua haga falta.

3. PASTO VETIVER APLICADO PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO Y EL AGUA

La producción agrícola en las tierras altas o en pendiente es normalmente seguida por la erosión del suelo, lo que afectará a los recursos del suelo y el medio ambiente, por lo general en los aspectos de la pérdida de la capa superior del suelo, disminución de la fertilidad del suelo y la sedimentación en cuerpos de agua. Las medidas para el control de la erosión cuestan dinero, lo cual hace que los agricultores no estén dispuestos a hacerlo – especialmente ya que el aumento de los rendimientos no equivale a la inversión. Por lo tanto, es preferible para los agricultores que ellos lleven a cabo medidas sencillas de conservación de agua y suelos que puedan hacer por sí mismas y así ayudar a mantener o aumentar los rendimientos. Estas prácticas incluyen la siembra de cultivos o setos como límite o en los contornos para prevenir que los sedimentos vayan cuesta abajo, utilizando la hierba de vetiver que es un gramínea. Se puede observar que sembrar cultivos o setos de esa manera es básica para el uso del pasto vetiver en la conservación del suelo y del agua y control de la erosión. El punto importante es entender cómo el pasto vetiver se debe plantar en las diversas categorías de la tierra. Para fines de conservación de suelos y agua, la plantación del pasto vetiver se realiza en una sola línea. Las plantas de vetiver se ponen cerca una de la otra para crear una pared viva que reduzca la velocidad de la escorrentía y recoja los sedimentos (Land Development Department, 2004).

En el área de las tierras altas del norte y el sur de Tailandia, los agricultores cultivan árboles y árboles frutales en la zona del talud, y en la primera etapa de plantación por lo general se enfrentan el problema de escorrentías de agua y erosión del suelo. Sin embargo, la medida de conservación de suelos sirve para evitar el escurrimiento de agua y erosión del suelo y para preservar el agua en el suelo y ampliar el contenido de humedad del suelo. Por lo tanto, estas medidas de conservación del agua y suelo pueden ser adaptadas y aplicadas fácilmente por los agricultores de las tierras agrícolas. La aplicación del pasto vetiver en las terrazas de banco y en las zanjas de las colina será útil para la pendiente con tiras vegetativas en los contornos, y donde la escorrentía y erosión no sea una condición muy grave se pueda plantar el pasto vetiver como un seto a lo largo de la curva de nivel a través de la pendiente.

El punto importante a considerar es sembrar vetiver en las zonas agrícolas, utilizando ecotipos ya sea de zonas bajas o de zonas altas. Muy importante a considerar es el tipo de cultivos del área. En las parcelas de cultivos de campo es lógico utilizar el vetiver de montaña, y en las parcelas que necesitan más atención, como las verduras, el vetiver de tierras bajas deben ser plantados. Es sabido que la eficacia de ambas clases de vetiver depende de las propiedades del suelo y el clima de las zonas. Sin embargo, varias actividades de investigación en diferentes partes de Tailandia explican lo siguiente:

3.1. Estudio en la parte norte

El norte se caracteriza por cadenas montañosas, donde todos estas cordilleras comprenden el origen de varios ríos que fluyen a través de valles, bosques, cerros, mesetas, llanuras y las faldas de las montañas que son el principal abastecimiento del y del Mekong y del río Chao Phraya. Las parcelas experimentales de maíz que utilizan el pasto vetiver para la medida de conservación del suelo y el agua en pendientes de 6%, donde el suelo de la parcela de control está sin sembrar, queda en la parte norte de Tailandia. El maíz sembrado a lo largo de toda la pendiente es alternado con tiras de

guisante, tamarindo, arvejas y tiras de pasto vetiver (con el intervalo vertical de la siembra de vetiver cada 1.0, 2.0 y 3.0 metros) se muestra en el cuadro 1. Inthapan et al. (1994) informó que la pérdida de sedimentos más alta es de 24,63 ton / ha en las parcelas de control, claramente diferente a las que utilizan franjas del pasto como medida de conservación. En el caso de las plantaciones de maíz a lo largo y a través de la pendiente, donde se e perdidas de 7,81 a 5,19 ton / ha, se indica que el arado y sembrado de maíz a través de la pendiente puede disminuir la pérdida de suelo por alrededor 33,6%. En la franja del pasto vetiver donde el intervalo vertical de la plantación es de 1.0, 2.0 y 3.0 metros, la disminución no es significativamente diferente. Sin embargo, la franja de pasto vetiver puede disminuir la pérdida de suelo por un promedio de 4.81 ton / ha. El resultado de este experimento indica que la franja de pasto vetiver es muy útil para evitar la pérdida de suelo en el área de las plantaciones de maíz, ya que puede reducir el escurrimiento de agua y erosión del suelo en las tierras agrícolas. Varios experimentos indicaron que el intervalo adecuado vertical (VI) es de 1,5 metros en la zona de vaciado manual, donde esta distancia de intervalo vertical es eficaz para recoger los sedimentos del suelo delante de la línea del contorno de vetiver.

Cuadro 1: Cantidad de pérdida de suelo en cada tratamiento (ton / ha) en el área de las plantaciones de maíz

Tratamiento	Pérdida de suelo (ton/ha)			
	1 ^{er} año	2 ^{do} año	3 ^{er} año	promedio
1. control	20.38 a	28.75 a	29.06 a	26.25
2. plantación a lo largo de la pendiente	12.88 ab	2.63 b	0.94 b	5.56
3. plantación a lo largo del contorno	6.36 b	1.06 b	0.50 b	3.75
4. Cultivo en franjas (VI=3.0 m)	8.06 b	0.69 b	0.50 b	3.06
5. Tira de Vetiver (VI=1.0 m)	8.56 b	0.75 b	0.69 b	3.31
6. Tira de Vetiver (VI=2.0 m)	9.06 b	1.19 b	0.75 b	3.69
7. Tira de Vetiver (VI=3.0 m)	8.06 b	1.13 b	0.75 b	3.44

(Inthapan et al., 1994)

3.2. Estudio en la parte noreste

La región noreste es sobre todo una alta meseta que descendía a la baja desde el oeste y el sur hacia el este. Estas áreas tienen las principales cuencas que fluyen hacia el este hacia el río Mekong. La parcela experimental fue instalada en la parte noreste de Tailandia sobre el espaciamiento y el revestimiento de la plantación de vetiver para la conservación del suelo en las tierras altas. El estudio incluye las líneas individuales y dobles (30 cm. entre la cobertura) de la plantación de vetiver y el espaciamiento entre brotes de vetiver como 10, 15 y 20 cm y se llevó a cabo por Boonnap et al. (1995). El resultado mostró que una línea de plantación de vetiver tuvo mayor desarrollo de crecimiento que la doble línea, sobre todo en el número de brotes y el tamaño de la aglomeración. El número promedio de brotes en una sola línea es de 18,89 brotes por grupo y se reduce a 15,82 brotes por grupo en la doble línea de plantación de vetiver.

Esta tendencia es la misma ya que el tamaño promedio del grupo de vetiver en una sola línea es 15,90 y en doble fila es de 13,50 por grupo. Además, cuanto más lejos de la guarnición y el espaciamiento de plantación de vetiver, se verá un mejor crecimiento, como se muestra en el cuadro 2. Por el contrario, la pérdida de suelo mas alta se encontró en la parcela de control donde el suelo no esta sembrado. La cantidad de sedimento del suelo se ha detectado en este experimento y la menor cantidad de pérdida de suelo se encontró en 10 cm de espaciamiento entre brote tanto en las línea de individuales y dobles, con 2.13 y 2.00 ton / ha de perdida, respectivamente. En el caso de 15 y 20 cm. espaciamiento entre brotes vetiver había pérdida de suelo en la línea individual de 4.81 y 5.19 ton / ha, y la cantidad de pérdida de suelo se redujo a 4.06 y 4.69 ton / ha, respectivamente. Y en el segundo año de este experimento, el vetiver plantado en doble fila ya desarrollado más densamente, desempeña un papel más importante en la reducción de la erosión del suelo. La cantidad de tierra perdida en cada tratamiento, donde plantaron con el sistema de vetiver, esta en el rango de 1,94 a 2,69 ton / ha, y en la trama de control es de 11,50 ton / ha. Se indica claramente la eficacia del sistema de vetiver en la acumulación de sedimentos del suelo como medida de conservación del suelo y el agua.

Tabla 2: Cantidad de la pérdida de suelo en cada tratamiento (kg / ha)

Tratamiento	Pérdida de suelo (ton/ha)	
	1 ^{er} año	2 ^{do} año
1. control	10.81	11.50
2. fila individual + especio entre brote de 10 cm.	2.13	2.25
3. fila individual + especio entre brote de 15 cm.	4.81	2.56
4. fila individual + especio entre brote de 20 cm.	5.19	2.69
5. fila doble + especio entre brote de 10 cm.	2.00	1.94
6. fila doble + especio entre brote de 15 cm.	4.06	2.13
7. fila doble + especio entre brote de 20 cm.	4.69	2.00

(Boonnap et al., 1995)

La aplicación de pasto vetiver para las medidas de conservación fue implementada en los suelos con cultivos de leguminosas y en varias plantaciones de maíz de tierras altas de la parte noreste de Tailandia, donde la textura del suelo es franca limosa con 8.6% de pendiente. Ninguna medida de conservación de suelos (como parcela de control) se comparó con 1 y 2 líneas de pasto vetiver, y se sembró una línea de cultivo de leguminosas en la pendiente en el área de plantación de maíz. Anusontpornperm et al. (1996) indicó que la cantidad de pérdida de suelo en la parcela de control fue de 7.25 ton / ha en el primer año, y aumentó a 16,75 ton / ha en el segundo año. Por otra parte, la medidas para la conservación vegetal de 2 líneas de vetiver y una de leguminosas deberían ser más eficaces en la prevención de pérdida de suelo en el segundo año, como

se muestra en el cuadro 3. Este resultado fue confirmado por Phien y Tam (2000), lo que indica que el vetiver y las leguminosas como cobertura en el segundo año, deben ser más eficaces que en el primer año debido al crecimiento y desarrollo del sistema de brote y raíz de vetiver y de las leguminosas. Luego, en el segundo año de desarrollo del sistema vetiver, la pérdida de suelo en dicha zona se redujo de 50 a 90%, y el rendimiento de maíz se incrementó alrededor de 15 a 30% (comparado con la parcela de control).

Tabla 3: Cantidad de pérdida de suelo en cada tratamiento (toneladas / hectárea) en el área de plantación de maíz

Tratamiento	Pérdida de tierra (ton/ha)	
	1 ^{er} año	2 ^{do} año
Control (sin medida)	7.25	16.75
Ceto de Vetiver de 1 fila	4.50	5.19
Ceto de Vetiver de 2 fila	4.81	6.63
Tira de arverja de 1 fila	6.88	5.81

(Anusontpornperm et al., 1996)

3.3. Estudio de un caso en la parte oriental

La región oriental se caracteriza por montañas bajas y llanuras onduladas. Las llanuras se intercalan con pequeñas colinas que están en la cuenca de los ríos cortos que fluyen de norte a sur hacia el Golfo de Tailandia. El pasto vetiver fue plantado con maní como vallado en la zona de plantación de maíz de la parte oriental de Tailandia, donde es suelo franco arenoso con 5% de pendiente. El vetiver se plantó en líneas individuales y dobles (30 cm. entre la línea) y el espacio entre el deslizamiento fue de 10, 15 y 20 cm comparado con la medida no vegetativa (vetiver con maní). Se sembró maní en el espacio entre las líneas de vetiver. Un intervalo entre los setos de vetiver es de 15 metros a lo largo de la pendiente. Chaovanakit et al. (1995) informó de que la cantidad de pérdida de sedimentos en el vetiver plantado en parcelas fue menor que en la parcela de control, con 4.78 y 24.45 ton / ha, respectivamente. Por otra parte, los setos de vetiver disminuyen significativamente la pérdida de suelo por 82%. La doble fila vetiver tuvo mayor eficiencia en el control de pérdida de suelo que el de una sola fila. Por otra parte, el espaciamiento de las plantaciones del pasto vetiver de 10 cm. es mejor que 15 y 20 cm (como se muestra en el cuadro 4).

Cuadro 4: Cantidad de pérdida de suelo en cada tratamiento (toneladas / hectárea)

Tratamiento	1 ^{er} año	2 ^{do} año	3 ^{er} año	total	promedio
1. control	34.04	36.72	4.09	74.85	24.95
2. fila sola + espacio de 10 cm.	7.91	2.31	0.50	10.73	3.58
3. fila sola + espacio de 15 cm.	11.59	4.30	0.99	16.88	5.63
4. fila sola + espacio de 20 cm.	14.19	2.89	0.91	17.98	5.99
5. fila doble + espacio de 10 cm.	5.73	2.09	0.36	8.18	2.73
6. fila doble + espacio de 15 cm.	11.43	2.39	0.53	14.34	4.78
7. fila doble + espacio de 20 cm	8.18	2.65	0.30	11.13	3.71

(Chaovanakit et al., 1995)

Phopan y Vatthanathum (1994) compararon la eficiencia del sistema del pasto vetiver y las terrazas en la escorrentía y la erosión del suelo franco arenoso de la parte oriental de Tailandia, con una leve pendiente de 5 a 7%. Dos tipos de labranza a lo largo de la pendiente y lo largo del contorno combinado con 2 terrazas y 2 a 3 líneas de cobertura de vetiver fueron comparados en este experimento. El resultado indicó que la aplicación de dos líneas de pasto vetiver en el arado a lo largo del contorno reducen la escorrentía por un 6 a 17% en comparación con las áreas sin plantación de vetiver. Sin embargo, tres líneas de vetiver tuvieron mayor eficiencia en el control de la escorrentía y la erosión que 2 líneas de vetiver, especialmente en el primer año de aplicación. Dos líneas de vetiver pueden prevenir la pérdida de suelo menos que 3 líneas de vetiver por un 10%, como se muestra en el cuadro 5. En este sentido, la alta eficiencia de 2 terrazas tienen el mismo efecto que la plantación de 2 y 3 filas de vetiver. Cuando el pasto vetiver ya crece en el tercer año, la eficiencia de control de erosión de 2 y 3 líneas fue casi igual. Esto indica que la línea del pasto vetiver ya madurado tendría la función completa para controlar la escorrentía y la erosión de la superficie de tales pendientes.

Tabla 5: Cantidad de escorrentía de agua (metros cúbicos / hectárea) en cada tratamiento en la plantación de yuca

Tratamiento	1 ^{er} año		2 ^{do} año		3 ^{er} año	
	escorrentía	R.E.	escorrentía	R.E.	escorrentía	R.E.
1. arado a lo largo de la pendiente	2605.69 b	-	1408.56 c	-	2419.05 c	-
2. arado a lo largo del contorno	2175.00 b	16.53	1240.00 bc	11.97	2150.38 a	11.82
3. arado a lo largo del contorno + terrazas de 2 filas	1620.00 a	37.83	937.13 a	33.47	1527.88 a	37.35
4. arado a lo largo del contorno + setas de vetiver de dos filas	2010.00 ab	22.86	1111.44 ab	21.09	1739.31 ab	28.67
5. arado a lo largo del contorno + setas de vetiver de tres filas	1941.44 ab	25.49	1031.44 ab	26.77	1787.88 ab	26.68

(Phopan y Vatthanathum, 1994)

3.4. Estudio de caso en la llanura central

La región central está compuesta principalmente de una llanura extensa y fértil. El río Chao Phraya es la vía fluvial mas importante. En el oeste, las montañas son una continuación de las cordilleras del norte al sur. En el área de cultivo de maíz en la llanura central de Tailandia, hay pendientes de 10% y una capa de suelo superficial muy delgada, la cual sufre del problema de la erosión. Chareonrungrueng et al (1994) informó de que la práctica convencional tiene la mayor pérdida de suelo de 2.25 ton / ha, loa setos de pasto

vetiver pierden 1,16 ton / ha y las terrazas pierden sólo 0,91 ton / ha. El mayor rendimiento de maíz es en las parcelas de terrazas con 3.56 kg / ha, y luego viene el vetiver ligeramente menos con 3.29 kg / ha, los cuales disminuyen significativamente la pérdida de 2,74 kg / ha en la práctica convencional como se muestra en el cuadro 6. Dentro de 1 año y 6 meses de desarrollo de vetiver, el sistema de vetiver ha actuado como zanja.

Tabla 6: Cantidad de la pérdida de suelo en cada tratamiento (toneladas / hectárea)

Tratamiento	Pérdida de suelo	Sedimento de suelos	Eficiencia de coleccion
control	2.25	0.00	0.00
terrace	0.91	1.34	6.25
vetiver	1.16	1.09	5.06

(Chareonrungrueng et al., 1994)

Sin embargo, varios informes científicos contribuyeron que el cultivo de vetiver a través de la pendiente es casi igual de eficiente que la terraza y claramente mejor que la medida sin conservación, que es la que la mayoría de los agricultores utilizan en el área de cultivo de maíz. Aplicación del sistema de vetiver para la conservación de suelo y agua en forma de cetas en el área con pendiente desarrollará zanjas, debido a los sedimentos del suelo que se acumulan delante de los setos de vetiver. Por otra parte, el sistema de la raíz de vetiver penetra profundamente en el suelo teniendo un efecto en la absorción de agua y la acumulación de humedad en la capa de suelo. El resultado de la investigación de Babolola et al. (2005) indicó claramente que tiras del pasto vetiver pueden prevenir la escorrentía y la erosión del suelo en Oxic Paleustaff, Altisol. La cantidad de pérdida de suelo en la parcela de control (sin vetiver) es 70,00 kg / ha, mientras que en la parcela de vetiver plantados es sólo 1,75 kg / ha. En la zona agrícola mas alta, Nakalevu et al. (2000) informó de que la tira de vetiver reduce la pérdida de suelo en el área de la agricultura de zonas altas, donde la pérdida de suelo de sedimentos en la parcela de control es de 3,31 a 312,63 ton / ha con el cultivo de jengibre, la pérdida de suelo en la parcela de filas de piña es de 0.25 a 120,13 ton / ha. En el caso de la trama de filas de vetiver, la pérdida de suelo se redujo claramente a 0,19-5,00 t / ha como se muestra en la tabla 7.

Cuadro 7: Cantidad de pérdida de suelo (ton / ha) con el pasto vetiver y con las setas de piña y las plantaciones de jengibre

Tratamiento	Cantidad de pérdida de suelo (ton / hectarea)					
	1 ^{er} año	2 ^{do} año	3 ^{er} año	4 ^{to} año	5 ^{to} año	6 ^{to} año
control	3.31	141.25	312.63	161.38	10.81	26.81
Seta de piña	0.69	4.00	2.06	120.13	5.56	0.25
Seta de vetiver	1.69	2.63	1.31	5.00	0.25	0.19

(Nakalevu et al, 2000)

Por otra parte, la distancia o el intervalo entre las líneas de vetiver dependen de la tira de la pendiente y la longitud de la zona, pero se puede ajustar en cierta medida, para

satisfacer el paisaje. En general, se ha comprobado que la pendiente de la tierra para la agricultura debe tener menos de 35%, y que la tierra se debe dejar como cuencas hidrográficas y bosques. En este sentido, el vetiver es adecuado para ser plantado en las zonas agrícolas de la siguiente manera:

3.1.1 Área montañosas

Estas son las zonas de montaña con una pendiente 31-35 por ciento. Líneas individuales de vetiver deben plantarse en el contorno con un intervalo de 8 m entre las dos líneas. El área entre las líneas se puede usar para cultivar hortalizas, cultivos, árboles frutales, etc. Las verduras y cultivos deben ser plantados a lo largo del contorno también. Para árboles frutales, se aconseja que una sola línea de medio círculo de vetiver se plante al rededor el tronco del árbol para interceptar el agua de la zona superior. Esta línea debe estar plantada alrededor de 30 cm afuera del exterior de la línea de la copa del árbol. En el caso de las zonas bajas de laderas entre 21 y 30 por ciento de pendiente, el intervalo del pasto vetiver plantado entre las dos curvas de nivel puede alargarse a 10 m. Por otra parte, los cursos de agua y de drenaje son generalmente instalados desde las tierras altas hasta las tierras bajas de las zonas agrícolas, y pasto vetiver puede plantarse en fila con 30 cm del borde del canal en ambos lados. En el caso de las vías navegables amplias, el vetiver se puede sembrar en forma de V invertida con la esquina superior formando un ángulo de 90 a 120 grados en el centro de la vía, mientras que las dos manos de la línea de vetiver se extienden hasta el borde de la vía navegable.

3.1.2 Área de tierras altas

En las zonas de llanuras con un 11 y 20 por ciento de pendiente, el intervalo entre dos curvas de nivel sembradas con pasto vetiver se pueden alargar a 12 m. Si el paisaje de esa zona es de entre 6 y 10 por ciento de pendiente en las zonas onduladas, el intervalo de vetiver a lo largo de la curva de nivel se puede extender a 20 m. En las zonas suavemente inclinadas con alrededor de 3.5 por ciento de pendiente, el intervalo entre la curva de nivel dos de pasto vetiver se puede alargar a 30 m. En el caso de la lagunas de finca, por lo general se instalan las zonas de montaña como el almacenamiento de agua para actividades agrícolas. El banco de las lagunas de granja casi siempre son propensas a la erosión. Por lo tanto, la planta vetiver funciona como líneas para tamizar los sedimentos y residuos, así como para estabilizar el banco. En general, dos filas deben ser plantadas, donde la primera línea esté alrededor de 50 cm del borde y la segunda a nivel del vertedero. En el caso de que varíe las profundidades de la pendiente del banco, tres hileras de pasto vetiver deben plantarse, donde la primera fila este en el nivel máximo de almacenamiento del estanque y la segunda fila debe plantarse 20 cm por encima de la primera fila y la tercera fila deben plantarse a unos 20 cm. por encima de la segunda fila.

3.1.2 Área de tierras bajas

Las zonas de llanas planas o con una pendiente de hasta un 2 por ciento, con baja tasa de erosión, todavía pueden tener algo de escorrentía del terreno superior. Debe haber una línea de vetiver por cada 40 m. En general, estos terrenos se utilizan para el cultivo de arroz con cáscara, por lo que es beneficioso para crecer vetiver como límite de la tierra. La línea de vetiver debe ser cultivada cerca de 30 cm del borde y alrededor de cada parcela para evitar la erosión del suelo. En las tierras bajas donde hay anegamiento, es

útil sembrar vetiver para absorber el agua, tanto sobre la tierra y en el área subterránea. En este caso, el vetiver se debe plantar en semicírculo alrededor del árbol de fruta con una distancia de 30 cm en el exterior de la cubierta o plantado en el espaciamiento de 50x50 cm en toda la zona.

4. RECONOCIMIENTO

El autor desea agradecer a la oficina de la Junta Real de Proyectos de Desarrollo por su apoyo financiero para presentar este trabajo en Santiago de Chile, un país hermoso de diversa topografía.

También me gustaría dar las gracias al Departamento de Desarrollo Territorial, Ministerio de Agricultura y Cooperativas, Tailandia y también al Dr. Paul Truong y al Dr. Narong Chomchalow en el suministro y el apoyo de valiosa información para preparar este documento.

Por último, me gustaría dar las gracias al comité organizador que ha dispuesto todas las cosas necesarias para hacer esta conferencia posible.

5. REFERENCIA

- Anusontpornperm, S., W. Supattanakul, and P. Kawilaves. 1996. Effects of vetiver grass and leucaena on soil erosion control in sugarcane, maize and cassava crop practices. pp.147-152. *In* Proceedings of the First International Conference on Vetiver: Miracle grass. Chiang Rai, Thailand
- Babalola, O., S.C. Jimba, O. Maduakolam, and O.A. Dada. 2003. Use of vetiver grass for soil and water conservation in Nigeria. pp.293-299. *In* Proceedings of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition. Guangzhou, P.R. China.
- Boonnap, T., V. Tanpibarn, P. Poauthi and T. Narekul. 1995. The effect of rows number and plant spacing of vetiver grass on soil erosion in sloping area of Srisakat Province. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 13 p.
- Chaovanakit, P., P. Sawadee, S. Santhanakanit and K. Savangsap. 1995. The effect of row number and plant spacing of vetiver grass on soil erosion in sloping area. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 18 p.
- Chareonrungrueng, V., N. Thavornwong, P. Chareonvech, A. Sungkhamarn, S. Saelim and S. Sapanthupong. 1994. A study of efficiency of vetiver grass with terrace on rate of erosion control. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 13 p.
- Grimshaw, R.G. 1996. Vetiver grass technology networking and its impact on the environment. pp.7-19. *In* Proceeding of the second International Vetiver conference on Vetiver – A. Miracle Grass. Pechaburi, Thailand.
- Inthapan, P., S. Vethathum and S. Boonche. 1994. Vetiver grass plantation in different distant of vertical intervals for soil and water conservation. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 17 p.
- Land Development Department. 1998. Vetiver grass. Office of research and development in soil management. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 115 p.

- Land Development Department. 2004. Utilization of Vetiver grass for soil and water conservation. Office of research and development in soil management. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 65 p.
- Meechai, T. and S. Yamaka. 1999. The utilization of Vetiver grass system to protect and develop organic soil. Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 13 p.
- Nakalevu T., L. Ratukalou, J. Waradi, M. Elder and A.J. Dowling. 2000. Vetiver and cash crop erosion control systems for sustainable sloping land farming in Fiji. pp.239-247. In Proceedings of the Second International Conference on Vetiver and The Environment. Phechaburi, Thailand.
- Phien, T., and T.T. Tam. 2000. Vetiver grass in hedgerow farming systems on sloping lands in Viet Nam. pp.265-269. In Proceedings of the Second International Conference on Vetiver and The Environment. Phetchaburi, Thailand.
- Phopan, P. and S. Vatthanatham. 1994. Study efficiency of vetiver grass and terrace on rate of soil erosion in Mab Bon soil series (soil group no. 35). Land Development Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 15 p.
- Pinthong, J., S. Impithuksa, M. Udomchoke, and A. Ramlee. 1996. The capability of vetiver hedgerow in decontamination of agrochemical residual: a case study on the production of cabbage at Nong Hoi development centre. pp.91-98. In Proceedings of the First International Conference on Vetiver: Miracle grass. Chiang Rai, Thailand.
- Truong, P. 2000. Vetiver system for water quality improvement. pp.64-78. In Proceedings of The Third International Conference on Vetiver and Exhibition. Guangzhou, P.R. China.