

**Evaluación de siete coberturas para el control
de erosión de suelo en el cultivo de piña, bajo
las condiciones de Montecristo, Departamento
de Atlántida, Honduras**

Ronald Fabricio García Ramírez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de siete coberturas para el control de erosión de suelo en el cultivo de piña, bajo las condiciones de Montecristo, Departamento de Atlántida, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

Ronald Fabricio García Ramírez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Evaluación de siete coberturas para el control de erosión de suelo en el cultivo de piña, bajo las condiciones de Montecristo, Departamento de Atlántida, Honduras

Presentado por:

Ronald Fabricio García Ramírez

Aprobado:

Gloria Arévalo de Gauggel, M.Sc.
Asesora Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de La Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Carlos Gauggel, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador del Área de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

ABSTRACT

Garcia, R. 2008. Evaluation of seven mulch materials for the control of soil erosion in the culture of pineapple, under Montecristo conditions. Atlántida, Honduras. Special project of the program of B. Sc. Agricultural Sciences and Production, Zamorano, Honduras. 14 p.

The study was carried out on the Atlantic Coast of Honduras under pineapple conditions. In its first stage, the soil is more vulnerable to erosion, due to the practices of mechanization and the poor index of foliar area exposing the soil to the effect of rain drops or irrigation. The aim of this study was to determine the mulch material most adapted to control erosion in the furrows in areas of recent soil tillage in the first two months of the pineapple crop. The evaluated coverings were pineapple leaf, coconut fiber, sawdust, trimmed pasture, cardboard, plastic and 55 % shade saran. The soil was collected and quantified after every event of rain between February 27 to April 18, 2008. We evaluated the effect of the seven proposed coverings and a control (without covering). The eroded soil was analyzed to determine the loss of nutrients and organic matter. For every treatment it was determined that there was a significant difference of ($p < 0.05$) between the control 78 t / ha / year and the rest of the treatments, which had soil losses below 14 t / ha / year. The soils under study have low fertility; the loss of nutrients caused by erosion is important specially regarding to N, Fe, Zn and organic matter and is proportional to the soil loss according to the treatment. The treatments tested in the study were significantly better than the control. The plastic mulch was the best treatment with a cost of \$379 per hectare at a soil loss of 1 t/year. The trimmed pasture and the pineapple leaf controlled effectively soil erosion at a cost of \$126 per hectare, but the endurance through time of these treatments was not evaluated. The rate of erosion that trimmed pasture and pineapple leaf generate, is less than 7 t / ha / year.

Key word: Nutrients, organic matter, pineapple leaf, plastic mulch, soil degradation, trimmed pasture, water erosion.

RESUMEN

García, R. 2008. Evaluación de siete coberturas para el control de erosión de suelo en el cultivo de piña, bajo condiciones de Montecristo, Departamento de Atlántida, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 15 p.

El objetivo del estudio fue determinar el material de cobertura más adecuado para el control de erosión en los surcos en áreas de reciente preparación en suelo de textura franco arcillosa con una pendiente de 7% en el cultivo de piña en los dos primeros meses del cultivo. El estudio se llevó a cabo en la Costa Atlántica de Honduras. Las coberturas evaluadas fueron hoja de piña, fibra de coco, aserrín, pasto picado, cartón, mulch plástico y sarán de 55% sombra. Se recolectó y cuantificó el suelo erosionado luego de cada evento de lluvia entre el 27 de febrero al 18 de abril de 2008. Se evaluó el efecto los siete cobertores propuestos y un testigo sin cobertura. Se determinaron nutrientes y materia orgánica en el suelo erosionado para cuantificar pérdidas de ellos. Existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre la erosión del testigo 78 t/ha/año con los demás tratamientos, que presentaron tasas de erosión menor a 14 t/ha/año. La tasa de erosión en las condiciones actuales de manejo es superior a 14 t/ha/año permisibles para el trópico. En los suelos bajo estudio de baja fertilidad fue importante la pérdida de N, Fe, Zn y materia orgánica y fue proporcional a la pérdida de suelo según el tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron significativamente mejores que el testigo. El mulch plástico fue el mejor para proteger el suelo de la erosión con un costo de \$379 por hectárea. El pasto picado y la hoja de piña controlaron efectivamente la erosión a un costo de \$126 por hectárea, no se evaluó la durabilidad de estos tratamientos. La tasa de erosión que permiten el pasto picado y hoja de piña es < 7 t/ha/año.

Palabras clave: Degradación suelos, erosión hídrica, hoja de piña, materia orgánica, mulch plástico, nutrientes, pasto picado.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Abstract.....	iii
Resumen	iv
Contenido.....	v
Índice de cuadros y figuras	vi
INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y MÉTODOS	3
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
CONCLUSIONES	11
RECOMENDACIONES.....	11
BIBLIOGRAFÍA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1.	Frecuencia de los eventos de precipitación para el periodo de 27 de febrero a 18 de abril de 2008, en la finca 102 en Montecristo, Atlántida, Honduras.....	4
2.	Pérdida de suelo bajo diferentes coberturas entre el 27 de febrero y 18 de abril de 2008 en el cultivo de piña, Montecristo, Atlántida, Honduras.....	8
3.	Condición del (pH) y pérdida anual de macro nutrientes y materia orgánica por efecto de la erosión estimada de los primeros dos meses del cultivo con una precipitación acumulada de 684mm en el cultivo de piña, Montecristo, Atlántida, Honduras.....	9
4.	Pérdida anual de fosforo, azufre y micronutrientes por efecto de la erosión para los primeros dos meses del cultivo con una precipitación acumulada de 684 mm en el cultivo de la piña, Montecristo, Atlántida, Honduras.....	9
5.	Costo de la aplicación de cada cobertura para el control de erosión en la finca 102 Montecristo, Atlántida, Honduras.....	10
Figura		
1.	Comportamiento de la precipitación para el año 2007 y 2008 para la zona Atlántica de Honduras.....	3
2.	Caja recolectora de suelo erosionado, utilizado en el experimento, Montecristo, Atlántida, Honduras.....	5

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agrícola están comprometidos y obligados a suplir las necesidades alimenticias de una población cada día más creciente. Estos deben ser productivos y eficientes utilizando prácticas de manejo que les permitan ser competitivos y sostenibles. La erosión del suelo es un daño que tradicionalmente se asocia a la agricultura en las áreas tropicales y semiáridas, y es importante por su efecto a largo plazo sobre la productividad y la sostenibilidad. El control de erosión es actualmente una necesidad prácticamente de todos los países del mundo para cualquier tipo de uso de suelo que se considere (Morgan 1994).

La degradación de los suelos a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años debido al crecimiento demográfico, una población mundial mayor requiere más alimento y para producir este se necesitan tierras aptas. La erosión de suelos a nivel mundial está estimada en 25,000 millones de toneladas por año (FAO y UNEP 1996).

La erosión constituye el principal proceso de degradación de los suelos. La degradación causada por la erosión reduce efectivamente la profundidad radicular, la capacidad de retención de agua, reservas de nutrientes, contenido de materia orgánica y las propiedades estructurales del mismo (Moldenhauer y Hudson 1988).

La pérdida de suelo se debe al poder o energía cinética de la gota de lluvia, la cual al golpear el suelo desnudo o con vegetación parcial causa el desprendimiento de los agregados del suelo, y a la vez satura el suelo causando la escorrentía, la cual transporta el sedimento erosionado. La intensidad de la lluvia es el factor pluviométrico más importante que afecta la escorrentía y la erosión (Núñez 2001).

La erosión hídrica, en interacción con un mal manejo e planes inadecuados de conservación de suelos, es la principal causante de la degradación del suelo en los sistemas agrícolas tropicales. Es importante definir y analizar los factores causantes de la erosión hídrica para poder establecer planes de manejo y de conservación de suelos (Guardián 2002). En la piña el 60% de la erosión se presentó en los seis primeros meses del cultivo debido al escaso índice de área foliar (Gauggel 2005).

El objetivo general de este trabajo fue determinar el material de cobertura más adecuado para el control de erosión en los surcos en áreas de reciente preparación de suelo en el primer semestre del año en el cultivo de piña bajo las condiciones de Montecristo, El Porvenir, Atlántida, Honduras, 2008.

Los objetivos específicos fueron: determinar la pérdida de suelo bajo las siete coberturas propuestas, evaluar la pérdida de nutrientes que ocurre por erosión, estimar los costos para el control de erosión de las siete coberturas y determinar la cobertura económicamente más factible para el control de la erosión.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el área de Montecristo en la Finca: 102, lote # 33, Incremento N° 8 bajo el cultivo de piña, propiedad de AGROPOR, subsidiaria de la Standard Fruit Company, La Ceiba, Honduras.

Clima

La Ceiba se encuentra a 5 msnm con una precipitación promedio anual de 3500 mm y una temperatura promedio anual de 32°C. En el año 2007 la precipitación fue de 3212 mm, en dos ocasiones presentó picos de precipitación atípicos (marzo y noviembre) y en el 2008 la precipitación acumulada fue de 684 mm hasta abril (Figura 1).

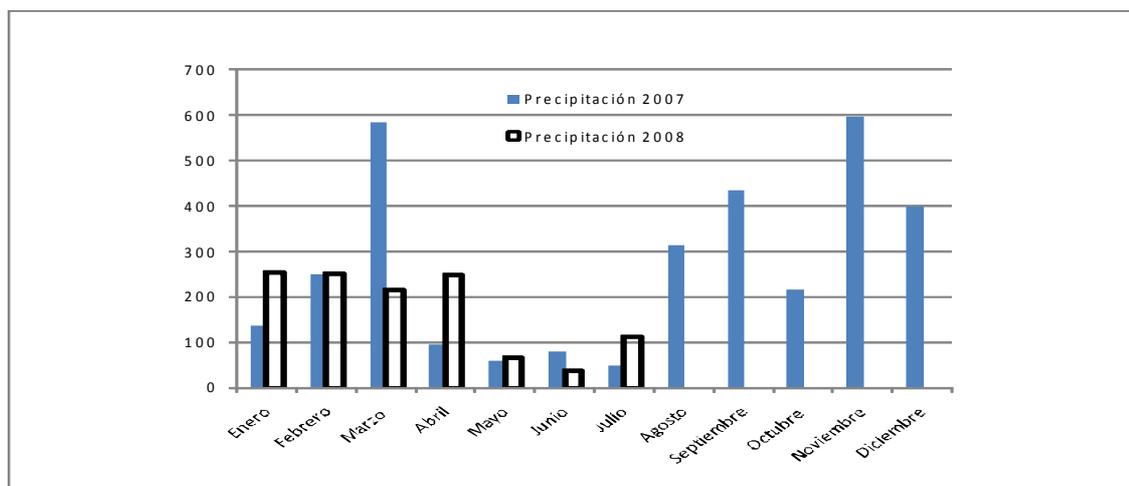


Figura 1. Comportamiento de la precipitación para el año 2007 y 2008 para la zona Atlántica de Honduras.

Del 27 de febrero al 18 de abril de 2008 se presentaron 19 eventos de lluvia en 62 días, con un total de 684 mm. Los eventos se registraron como tres eventos acumulados, que fueron efectivos en el proceso de erosión que fueron:

- 27 de febrero a 9 de marzo
- 21 a 27 de marzo
- 14 a 18 de abril.

La magnitud de los eventos se agrupó en rangos según la precipitación (Cuadro 1). Entre 90.1 y 150 mm/día hubo 5 eventos, consideradas las lluvias más erosivas de la temporada.

Cuadro 1. Frecuencia de los eventos de precipitación para el periodo de 27 febrero a 18 abril de 2008, en la finca 102 en Montecristo, Atlántida, Honduras.

Rango de precipitación (mm)	Nº Eventos	%
90.1 a 150	5	9
30.1 a 90	0	0
20.1 a 30	1	2
10.1 a 20	4	7
1.1 a 10	5	9
0.1 a 1	4	4
0	43	65
Total	62	100

Suelos

Los suelos de Montecristo han sido clasificados por aptitud, uso, manejo y conservación. La erodabilidad del suelo se define como la pérdida promedio anual por unidad de pluviometría (lluvia) para un suelo desnudo y recién labrado (Gauggel 2005).

El área de estudio está clasificada como clase II, que corresponde a suelos de textura franco arcilloso, profundidad efectiva de 60 cm, pendiente de 7%, pH entre 5 y 6.3, saturación de bases de 30 a 60%, estructura prismática, muy fina, fina y mediana, consistencia muy friable y firme, moderadamente bien drenado (Gauggel *et al.* 2001).

Cultivo

La variedad que se usó en este estudio fue MG3. La densidad de siembra fue de 55,000 plantas por hectárea. La piña se siembra sobre camas separadas 1 m en hileras dobles separadas a 37 cm entre plantas y 45 cm entre hileras. Cada cama está protegida con plástico rojo y entre camas hay un surco que evacúa el exceso de agua y la dirige hacia el drenaje colector secundario. Los surcos normalmente no están cubiertos por lo cual es en ellos que sucede la erosión.

Manejo del cultivo

El manejo en las unidades experimentales es el convencional realizado por el sistema de producción comercial.

Metodología

Identificación, selección y marcación del área experimental

La selección del área se realizó de acuerdo a la programación de siembra de la finca y de acuerdo a los siguientes criterios:

- Áreas sujetas al proceso de erosión en las condiciones actuales de manejo.
- Pendiente del 7%.
- La finca fue preparada (subsulado, arado y dos pases de rastra) en enero de 2008.
- Las camas para las siembras de cultivo fueron levantadas y cubiertas con plástico.
- La siembra se realizó una semana antes de la aplicación de los tratamientos.

Determinación de la erosión del suelo

Se colocó una caja de aluminio en la base de cada surco para recoger el suelo erosionado, definiendo la base como el sitio donde el surco entrega el agua al dren secundario (Figura 2).

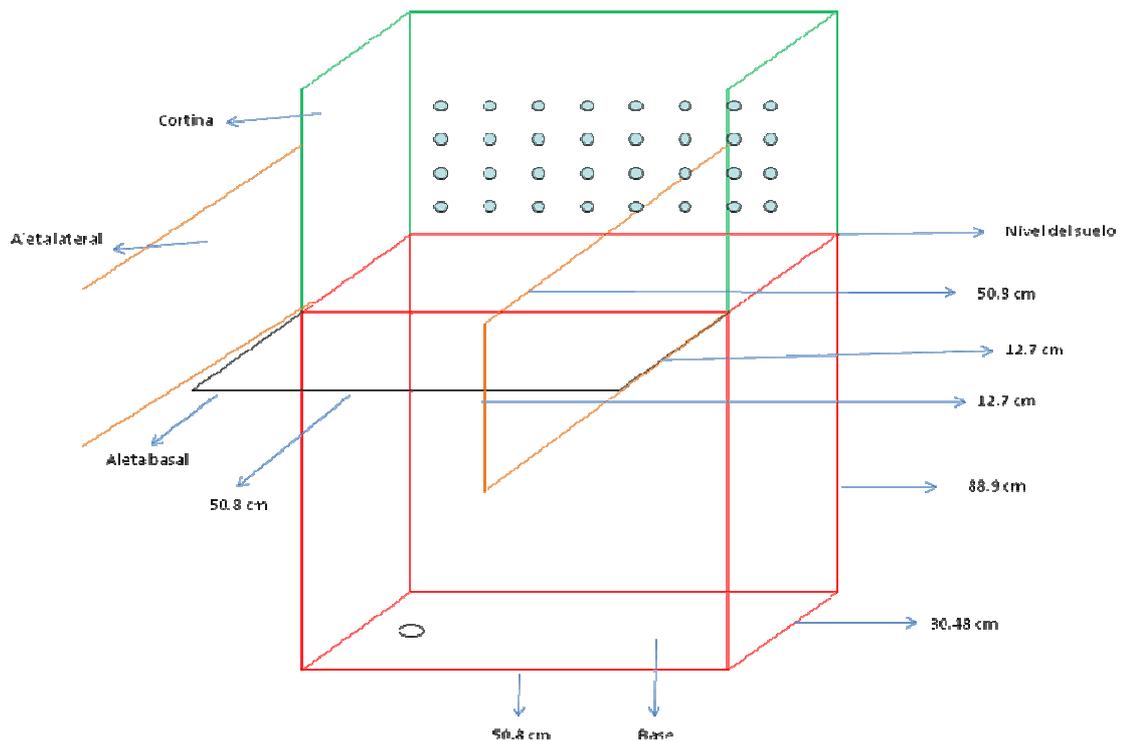


Figura 2. Caja de aluminio recolectora de suelo erosionado, Montecristo Atlántida, Honduras, 2008.

La caja recolectora de suelo erosionado se construyó con lámina de aluminio y consta de tres cuerpos:

- Base, que recolecta el sedimento con un volumen de 0.1316 m³ y una aleta basal que se colocó sobre el surco.
- Cortina (sobre la base) de tres lados: fondo perforado para evacuar el agua y retener el suelo erosionado y dos laterales fijas que evitan pérdidas de sedimento hacia los lados.
- Aletas laterales móviles que evitan pérdida de sedimento.

La caja recolectora de sedimento fue monitoreada cada 4 semanas o luego de un evento de lluvia >30 mm en 24 horas. El sedimento recolectado luego de cada evento acumulado de lluvia se pesó y los resultados fueron expresados en toneladas de suelo por hectárea y se dividió en el número de milímetros para cada evento obteniendo t/ha/mm. Para proyectarlo al año se multiplicó por 3500 mm de lluvia al año (Ecuación 1):

Suelo erosionado t/ha/año = suelo erosionado t/ha/mm × 3,500 mm/año (Ecuación 1)

Determinación de pérdida de nutrientes

El sedimento recolectado por tratamiento se homogenizó para su análisis químico en el laboratorio Western Hemisphere Analytical Laboratory (WHAL) de Standard Fruit Company, en La Ceiba, Honduras. La pérdida de nutrientes se estimó y se extrapolaron los datos del análisis de suelo. Solo se hizo un análisis de suelo erosionado por tratamiento sin análisis estadístico de esta variable. Se analizó pH del suelo erosionado, materia orgánica, macro y micro nutrientes por los métodos:

- pH: Relación suelo : agua; 1:1
- Ca, Mg, Na, P: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica en un equipo de plasma.
- Fe, Mn, Zn, Cu. Extracción con EDTA - Con el método de bases y determinados por espectrofotometria de absorción atómica en un equipo de plasma.
- M.O. : Método de Walkley & Black, % N total : 5% de la materia orgánica.

Determinación de costos del control de erosión

Se tomó en cuenta el costo de cada material (incluye acarreo hasta la empresa), mano de obra, transporte hasta la finca. Los costos de cada material utilizado y el sueldo de cada empleado fueron proporcionados por la empresa.

Para los tratamientos hoja de piña, fibra de coco, aserrín y pasto picado se colocó una capa de cada cobertor de aproximadamente 3 cm de grosor sobre el suelo. Se registró la cantidad utilizada para cubrir 10 m² de suelo desnudo correspondiente al área de cada surco (0.5 m ancho × 20 m largo) y con ello se determinó el costo de la aplicación de cada tratamiento por hectárea.

El costo de controlar la erosión se calculó dividiendo el costo de la cobertura entre toneladas de suelo controlado (\$ cobertor/t de suelo controlado). La tonelada de suelo controlada se calculó con relación a la erosión en el testigo.

Tonelada de suelo controlado = tonelada de suelo erosionado en el control – tonelada de suelo erosionado por tratamiento (Ecuación 2)

TRATAMIENTOS

Se evaluó hoja de piña, fibra de coco, aserrín, pasto picado, cartón, mulch plástico y serán 55% sombra como materiales para proteger el suelo del surco entre camas y un testigo sin cobertura en el surco, con un total de ocho tratamientos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con ocho tratamientos y tres repeticiones cada uno. Los bloques experimentales se instalaron en parcelas con pendientes pronunciadas.

El área total por unidad experimental fue de 26.4 m², la cual estaba compuesta de un surco entre dos camas, que recogía el sedimento de ½ cama a cada lado. El área efectiva por unidad experimental fue de 10 m² que forman el surco de 0.5 m de ancho por 20 m de largo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron utilizando Análisis de Varianza y LSD (Least Significant Difference) con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®]), con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Erosión

La pérdida de suelo disminuyó significativamente ($P < 0.05$) con las coberturas. El testigo presentó una tasa de erosión de 4.02 t/ha para el período de estudio y la proyección para un año con una precipitación de 3500 mm fue de 78 t/ha/año superando significativamente la tasa permisible de 14 t/ha/año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pérdida de suelo bajo diferentes coberturas entre el 27 febrero y el 18 de abril de 2008 en el cultivo de piña, Montecristo, Atlántida, Honduras.

Cobertura	Pérdida de suelo t/ha/684 mm	Kg de suelo/mm de lluvia	Pérdida de suelo t/ha/año (β)
Testigo	4.02	22.50	78 ^a d
Hoja de piña	0.29	1.74	6 b
Fibra de coco	0.11	0.82	2 ab
Aserrín	0.30	1.80	6 b
Pasto picado	0.27	1.73	6 b
Cartón	0.14	0.80	2 ab
Mulch plástico	0.07	0.42	1 a
Sarán 55% sombra	0.53	3.77	13 c

β = Pérdida de suelo t/ha/año proyectada para una precipitación de 3,500 mm/año.

α = Valores en columnas con letras distintas, difieren entre sí. ($P < 0.05$).

El material de cobertura que generó menor cantidad de sedimento fue el mulch plástico. Ningún tratamiento por sí solo es capaz de eliminar los efectos de la erosión, siendo necesarias prácticas adicionales de manejo y conservación de suelo. Todos los tratamientos propuestos presentaron índices de erosión inferiores a los tolerables, haciendo viable su aplicación para la conservación de suelos bajo las condiciones del sitio.

Pérdida de nutrientes

Partiendo que los suelos bajo estudio son de baja fertilidad, en términos generales la pérdida de nutrientes y de materia orgánica es de gran magnitud, especialmente N, Zn y Fe en el testigo. Los tratamientos más efectivos para evitar la pérdida de materia orgánica y nutrientes fueron aquellos más efectivos en controlar la erosión (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Condición del (pH) y pérdida anual de macro nutrientes y materia orgánica por efecto de la erosión estimada de los primeros dos meses del cultivo con una precipitación acumulada de 684 mm en el cultivo de la piña, Montecristo Atlántida, Honduras.

Cobertura	Sedimento (kg/ha/3 eventos)	pH	kg/ ha /año [∞]					
			MO ^d	N	Ca	Mg	K	Na
Testigo	12,938	5.3	845	42.2	8.6	3.5	10.6	1.5
Hoja de piña	1,121	5.4	103	5.1	1.0	0.4	2.1	0.1
Fibra de coco	355	6.3	138	6.9	0.8	0.2	0.4	0.0
Aserrín	989	5.6	388	19.4	0.9	0.5	3.3	0.1
Pasto picado	929	6.1	98	4.9	1.4	0.3	2.3	0.1
Cartón	441	5.2	30	1.5	0.5	0.2	0.9	0.1
Mulch plástico	242	5.3	26	1.3	0.2	0.1	0.5	0.0
Sarán 55% sombra	1,729	5.0	128	6.4	1.4	0.4	2.8	0.2

[∞] = Para una precipitación anual de 3,500 mm

^d = Materia orgánica

Cuadro 4. Pérdida anual de fosforo, azufre y micronutrientes por efecto de la erosión para los primeros dos meses del cultivo con una precipitación acumulada de 684 mm en el cultivo de la piña, Montecristo Atlántida, Honduras.

Cobertura	Sedimento (kg/ha/3 eventos)	kg/ha/año				g/ha/año		
		P	Zn	Fe	Mn	S	B	Cu
Testigo	12,939	1.3	13.4	17.5	8.0	2.5	13.9	132.3
Hoja de piña	1,121	0.3	5.7	0.7	0.6	0.2	1.1	11.5
Fibra de coco	356	0.1	3.1	0.9	0.2	0.0	0.3	3.6
Aserrín	990	0.2	6.2	0.7	0.3	1.7	5.8	15.2
Pasto picado	929	0.2	7.5	0.6	0.2	0.2	0.7	9.5
Cartón	441	0.0	1.3	0.3	0.1	0.0	0.4	2.3
Mulch plástico	242	0.1	1.4	0.2	0.0	0.1	0.2	2.5
Sarán 55% sombra	1,730	0.2	2.1	1.8	0.8	0.3	1.2	17.7

Costos de la aplicación de los tratamientos

El costo oscila entre \$3,785 y \$126 por hectárea. Los tratamientos más costosos fueron fibra de coco, cartón y sarán, el de costo intermedio fue aserrín y los tratamientos de menor costo fueron hoja de piña, pasto picado y mulch plástico (Cuadro 5). De acuerdo a la efectividad de costo por tonelada conservada las coberturas con hoja de piña y pasto picado representan las mejores alternativas para conservar el suelo, ya que el costo es mínimo (\$126 /ha/año) y su efecto en la conservación del suelo es significativo. Para los tratamientos con hoja de piña, fibra de coco, aserrín y pasto picado no se evaluó la durabilidad.

Cuadro 5. Costo de la aplicación de cada cobertura para el control de erosión en la finca 102 Montecristo Atlántida, Honduras.

Cobertura	Unidad	Cantidad de material de cobertura/ha	Costo \$/ha	\$/t controlada
Testigo	α	α	α	α
Hoja de piña	t	34α	126	1.74
Fibra de coco	t	16	3,785	49.88
Aserrín	t	16	883	12.19
Pasto picado	t	34α	126	1.74
Cartón	m ²	5,756	2,145	28.24
Mulch plástico	kg	100	379	4.90
Sarán 55% sombra	m ²	3,560	2,397	36.58

α = No hay cobertura

α = Húmedo

Del comportamiento inicial de los tratamientos se puede inferir que con el tiempo (6 a 12 meses) la cobertura de piña, fibra de coco, aserrín y pasto picado necesitará reaplicarse dado que estos materiales se descomponen rápidamente y son arrastrados por el agua.

CONCLUSIONES

- Todos los tratamientos fueron significativamente eficaces en la reducción de pérdida de suelo por efecto de la lluvia <14 t/ha/año, comparado con el testigo 78 t/ha/año.
- La pérdida de suelo por erosión genera en un alto grado de pérdida de materia orgánica N, Fe y Zn.
- El mulch plástico tuvo el mejor control de erosión de suelo con una tasa de erosión ≤ 1 t/ha/año a un costo de \$379 por hectárea.
- Con base en la tasa permisible de erosión, eficacia de control de erosión y costos, las mejores opciones fueron pasto picado y hoja de piña.

RECOMENDACIONES

- Usar cobertura plástica para control de erosión.
- Desarrollar técnicas de manejo del mulch plástico para preservar la calidad del suelo.
- Continuar el experimento hasta el final del ciclo del cultivo con el propósito de determinar la durabilidad de cada material de cobertura y corroborar la estimación de la erosión para 3,500 mm/año.
- Evaluar el desempeño de los tratamientos en la época de mayor precipitación.
- Para cada tipo de suelo determinar la tasa de erosión y desarrollar un plan de manejo y conservación de suelos específico.
- Calibrar la ecuación universal de pérdida de suelos con base a los datos generados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

FAO (Food and Agriculture Organization) y UNEP (United Nations Environment Programme), 1996. Our land, our future. A new approach to land use planning and management. Roma, Italia. FAO. 48 p.

Gauggel, C. 2005. Manual de conservación de suelos en aéreas bajo el cultivo de piña. Montecristo, Honduras. 4 p.

Gauggel, C; Arévalo, G. y Pocasangre, H. 2001. Mapa de suelos por aptitud de uso de Montecristo Esc 1:25000. Montecristo Atlántida, Honduras.

Guardián Pacheco, E. 2002. Efecto de los acondicionadores de suelos y coberturas en el control de erosión en un cultivo intensivo mecanizado en la zona Atlántica de Costa Rica. Proyecto especial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado de licenciatura. 5-6 p.

Molddenhouer, W y Hudson, N. 1988. Conservation farming on steep lands. Soil and Water Conservation Society. Iowa, USA. 296 p.

Morgan 1994. Erosión y conservación del suelo. Mundi Prensa. Madrid, España. 15 p.

Núñez, J. 2001. Manejo y conservación de suelos. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 288 p.