

Evaluación de dos tipos de coberturas en suelos cultivados con piña (*Ananas comosus* L. Merr) en el estado lara, bajo lluvia simulada, en condiciones de invernadero

Evaluation of two types of mulch on soils cropped with pineapple under simulated rain in greenhouse conditions

C. Hernández¹, A. Florentino²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (INIA-Lara) estado Lara, Venezuela, Apartado postal 592.

²Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua Venezuela. Apartado postal 4579.

Resumen

En las zonas productoras de piña del estado Lara la intensidad de la lluvia, la escasa cobertura del suelo y las altas pendientes favorecen las pérdidas de agua por escorrentía y suelo por erosión, principalmente en las primeras etapas del cultivo. Se evaluó el efecto de dos coberturas: ripio de sisal (*Agave sisalana*) (RS) y residuos de canavalia (*Canavalia ensiformis*)(RC) en invernadero, sobre las pérdidas de suelo y lámina de escorrentía, utilizando bandejas de erosión y lluvia simulada, con suelos de tres parcelas de piña de El Caimito, Estado Lara, aplicando un factorial completamente al azar con tres factores principales: parcelas (PA, PB, PC) coberturas y dosis (0, 2,5; 5,0 mg.ha⁻¹) para 18 tratamientos; evaluándose lámina escurrida (LE), pérdida de suelo (PS), coeficiente de escurrimiento (CE) y factor mulch (FM). PS varió entre 0–0,62 mg.ha⁻¹ y LE entre 0,629–38,96 mm, resultando significativo en ambas los factores principales cobertura y dosis; y las interacciones parcela:cobertura y parcela:dosis; además dosis:cobertura para LE. Se evidencia un efecto positivo de las cobertura sobre PS y LE en los suelos, corroborado por CE (1,5–41,4%) y FM (0–0,44). Los resultados muestran el efecto positivo de ambas coberturas, especialmente de los residuos de canavalia.

Palabras clave: *Ananas comosus*, coberturas, lluvia simulada, pérdida de suelo, escorrentía.

Recibido el 6-7-2004 ● Aceptado el 15-9-2004

Autores para correspondencia correo electrónico: cahernandez@inia.gov.ve; florentino@agr.ucv.ve

Abstract

On the productive areas of pineapple of Lara state, the intensity of rain, the scarce cover of the soil and the high slopes favor the lost of water as a caused of run-off and soil by erosion, specially in the first stages of the crop. The effect of two covers was evaluated in greenhouse conditions: residues of agave (*Agave sisalana*) (RS) and residues of canavalia (*Canavalia ensiformis*) (RC) on the lost of soil and lamina by run-off, using erosion pans and simulated rain, with soils with three plots of pineapple in El Caimito, Lara state, applying a completely randomized factorial design with three main factors: plots (PA, PB, PC) cover and doses (0, 2.5, 5.0 mg.ha⁻¹) for 18 treatments; evaluating run-off lamina (LE), loss of soil (PS), run-off coefficient (CE) and mulch factor (FM). PS varied from 0–0.62 mg.ha⁻¹ and LE from 0.629–38.96 mm, being significant in both the main factors which are cover and doses; and the plot:cover and plot:doses interactions; also dosis:cover for LE. It is evidenced a positive effect of covers on PS and LE in soils, corroborated by CE (1.5–41.4%) and FM (0–0.44). Results show the positive effect of both covers, specially in the one of the canavalia residues.

Key words: *Ananas comosus*, mulch, simulated rain, soil loss, run-off., Lara state.

Introducción

El estado Lara, es el principal productor de piña a nivel nacional; las zonas donde se explota mayoritariamente este cultivo se localizan en ambientes semiáridos, caracterizado por presentar fuertes pendientes, lluvias escasas, erráticas e intensas y suelos ácidos de baja fertilidad natural. Estos aspectos agroecológicos, unidos al bajo nivel socioeconómico de los productores; al manejo del cultivo en lo que respecta a la preparación del terreno para la siembra que comprende: deforestación, socalado o eliminación de la vegetación baja y quema y al lento desarrollo inicial del cultivo, hacen que el suelo quede prácticamente desnudo, lo que propicia la acción directa del impacto de las gotas de lluvia, favoreciendo la separación y

transporte de las partículas que da origen al proceso de erosión, generando, como consecuencia, pérdidas de suelo, de nutrientes, de materia orgánica y pérdidas de agua por escorrentía superficial, ocasionando un impacto negativo sobre la capacidad productiva de los suelos.

En las zonas semiáridas la eliminación de la cobertura vegetal del suelo ocasiona graves problemas de erosión, sobre todo en áreas que presenten alto riesgo de erosión (7). Existen una gran cantidad de estrategias y prácticas que contribuyen a la reducción de la degradación de suelos de las zonas semiáridas y al aprovechamiento del recurso agua tan limitado en estas zonas (2, 3, 4, 8, 10, 11); entre éstas destaca el uso de cobertu-

ras en la superficie del suelo para la reducción de las pérdidas de agua y suelo, además de presentar otras ventajas beneficiosas para los mismos (5).

Teniendo en cuenta las ventajas del uso de las coberturas en los suelos, especialmente en zonas semiáridas como las señaladas, y las condiciones socioeconómicas de los

pequeños productores de piña en el estado Lara, se plantea en este trabajo evaluar el efecto de diferentes dosis de coberturas (ripió de sisal y canavalia) sobre las pérdidas de suelos y agua en suelo proveniente de parcelas comerciales de piña, para obtener información previa para su posterior evaluación en campo.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el invernadero del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía de la UCV en Maracay. Se utilizó suelo proveniente de tres parcelas comerciales de piña del sector El Caimito en el estado Lara, que serán denominadas PA, PB y PC. Este suelo fue secado al aire y tamizado recolectando los agregados entre 4–8 mm para la evaluación en las bandejas de erosión cuyas dimensiones fueron 50x30x15 cm y con una pendiente de 23%, se consideró este valor por ser el más próximo a la pendiente promedio del terreno en condiciones naturales. Se utilizó un simulador de lluvia (6), aplicando una sola lluvia con una intensidad promedio de 100 mm.h⁻¹ y una duración de 45 minutos.

Las coberturas de suelo empleadas fueron residuos de sisal (*Agave sisalana*) y de canavalia (*Canavalia ensiformis*), las cuales fueron recolectadas en el mismo sector y secadas al aire en el invernadero. Las dosis evaluadas del material vegetal fueron: 0; 2,5 y 5 mg.ha⁻¹. La selección de estos materiales se basó en que constituyen recursos locales con alto potencial de uso en la zona.

Se utilizaron tres pluviómetros alrededor de las bandejas, realizando lecturas cada 15 minutos para determinar la intensidad de la lluvia aplicada en cada intervalo, una vez obtenidos estos valores fueron graficados para calcular la lamina de agua aplicada en toda la prueba. Para la lámina de agua escurrida se colocaron frascos en uno de los extremos de las bandejas para coleccionar y medir el volumen total de agua escurrida y luego este volumen se dividió por el área efectiva de cada bandeja.

Para calcular las pérdidas de suelo, una vez medido el volumen de agua y eliminado el sobrenadante, los sedimentos fueron secados en los mismos frascos en una estufa a 60°C por 24 horas, luego fueron pesados y relacionados con el área efectiva de cada bandeja; además también se calculó el coeficiente de escurrimiento, el cual se obtiene de la siguiente ecuación:
Coeficiente de escurrimiento = *100

$$\frac{\text{Lámina escurrida (cm)}}{\text{Lámina aplicada (cm)}}$$

Igualmente se calculó el factor "mulch" o factor "C", obtenido a partir de la siguiente ecuación:

Factor "C" =

Pérdida de suelo ($\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), bajo
determinada dosis de residuos

Pérdida de suelo desnudo ($\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Se aplicó un arreglo factorial, con tres factores principales: parcela (3), coberturas (2) y dosis (3), para 18 tratamientos con dos repeticiones, en un diseño completamente aleatorio y

un total de 36 unidades experimentales. Las variables evaluadas desde el punto de vista estadístico fueron lámina de escurrimiento y pérdida de suelo. Para la evaluación de las medias se utilizó la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de 0,01. El programa estadístico utilizado fue el Statistix versión 4.0.

Resultados y discusión

Pérdidas de suelo

En general, las pérdidas de suelo son bajas en todas las parcelas para el tratamiento sin coberturas (entre 0,32 y 0,60 $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la parcela C; 0,5 – 0,57 $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la parcela B y 0,1 – 0,54 $\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la parcela A), lo que parece indicar la existencia de agregados de suelo bastante estables al impacto de las gotas de lluvia en estas parcelas. También se puede observar que hay una disminución de las pérdidas de suelo, en todas las bandejas, debido al uso de coberturas, especialmente en las bandejas donde se aplicó residuos de canavalia (cuadro 1). Aunque las pérdidas son bajas, en estas zonas de fuertes pendientes, la conservación de suelos es importante debido a los problemas de profundidad efectiva evidentes en estas áreas productoras.

El análisis de varianza de esta variable determinó que existe un efecto significativo para los factores principales cobertura y dosis; además también existe significancia para las interacciones parcela–cobertura y parcela–dosis.

En lo que concierne a la interacción parcela – cobertura, la

prueba de medias, indica que en la parcela A, la canavalia es significativamente diferente al ripio de sisal, sin embargo, en las parcelas B y C, ambas coberturas reducen de manera similar las pérdidas de suelo (cuadro 2).

Al evaluar la interacción parcela – dosis, se puede observar, que en la parcela A no se evidenció diferencias significativas entre las distintas dosis; mientras que en las parcelas B y C sí se presentan diferencias significativas, que muestran el efecto positivo del uso de residuo sobre las pérdidas de suelo (cuadro 2).

Factor mulch o "C"

El factor mulch o factor "C", consiste en relacionar las pérdidas de suelo de las dosis de residuos aplicadas con las pérdidas de suelo desnudo, en función de esto en la medida que este factor se acerca a 0, más notorio es el efecto de la cobertura, sobre las pérdidas. Los resultados muestran un efecto de las coberturas en la disminución de las pérdidas de suelo, ya que este factor disminuye en la medida que se incrementa la dosis en ambas coberturas; sin embargo, se evidencia un efecto superior en las

Cuadro 1. Valores promedio de las variables lámina de agua escurrida, pérdida de suelo, pérdida de suelo, factor mulch y coeficiente de escurrimiento en bandejas de erosión de suelo de tres parcelas comerciales de piña, bajo dos tipos de cobertura y diferentes dosis.

Cobertura	Dosis mg.ha ⁻¹	Lamina de agua escurrida (mm)			Pérdida de suelo (Mg*ha ⁻¹)			Factor Mulch			Coeficiente de escurrimiento (%)		
		PA*	PB*	PC*	PA*	PB*	PC*	PA*	PB*	PC*	PA*	PB*	PC*
Canavalia	0	4,26	29,38	26,15	0,1	0,5	0,32	1,00	1,00	1,00	5,23	38,3	31,3
	2,5	3,41	3,54	1,65	0,045	0,03	0,01	0,45	0,07	0,04	3,72	4,2	1,9
	5,0	1,07	2,13	1,28	0,00	0,04	0,007	0,00	0,04	0,02	1,21	2,4	1,5
Ripio de sisal	0	24,96	19,65	34,91	0,54	0,57	0,60	1,00	1,00	1,00	27,2	29,4	41,4
	2,5	18,91	12,13	29,93	0,24	0,15	0,16	0,44	0,26	0,28	25,5	16,4	27,5
	5,0	10,22	6,59	18,11	0,2	0,08	0,02	0,37	0,14	0,04	11,3	8,86	16,9

*PA = suelo de la parcela A; PB = suelo de la parcela B; PC = suelo de la parcela C.

Cuadro 2. Prueba de Tukey, de las interacciones para las variables lámina de agua escurrida y pérdida de suelo en los tratamientos evaluados.

Interacción	Lámina de escurrimiento (mm)	Pérdida de suelo (mg.ha ⁻¹)
Parcela – Cobertura		
PA*RS	18,03 ^a	0,33 ^a
PA*RC	2,91 ^a	0,05 ^b
PB*RS	12,78 ^a	0,27 ^a
PB*RC	11,68 ^a	0,18 ^a
PC*RS	27,65 ^a	0,26 ^a
PC*RC	9,69 ^b	0,11 ^a
Parcela – Dosis		
PA*0	11,04 ^a	0,33 ^a
PA*2,5	11,16 ^a	0,14 ^a
PA*5,0	9,20 ^a	0,10 ^a
PB*0	24,10 ^a	0,54 ^a
PB*2,5	7,83 ^b	0,09 ^b
PB*5,0	4,36 ^b	0,05 ^b
PC*0	30,53 ^a	0,30 ^a
PC*2,5	15,79 ^b	0,09 ^b
PC*5,0	9,70 ^b	0,01 ^b
Cobertura - Dosis		
RC*0	19,93 ^a	ns
RC*2,5	2,86 ^b	ns
RC*5,0	1,49 ^b	ns
RS*0	24,13 ^a	ns
RS*2,5	20,32 ^{ab}	ns
RS*5,0	14,02 ^b	ns

*medias seguidas de igual letra no son estadísticamente diferentes (P<0.01)

PA = suelo de la parcela A; PB = suelo de la parcela B; PC = suelo de la parcela C

RC = residuo de canavalia; RS= ripo de sisal

0; 2.5; 5.0 dosis en mg.ha⁻¹

bandejas con residuo de canavalia con valores cercanos a 0, a partir de la dosis de 2,5 mg.ha⁻¹, con excepción de las bandejas con suelos de la parcela A en dicha dosis (0,45); mientras que en el caso del ripo de sisal el efecto es más evidente en la dosis superior (0,37, 0,14 y 0,04 para las bandejas

de suelos de las parcelas PA, PB y PC respectivamente), pero aun con valores por encima de los residuos de canavalia(cuadro 1).

Coefficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento relaciona, la lámina de agua escurrida con la lámina de agua aplicada,

expresado en porcentaje, al igual que el factor "C" en la medida que este coeficiente se acerca a 0, el efecto de la cobertura es más significativo. Los resultados indican, que los residuos de canavalia presenta valores notablemente menores por debajo del 10%, a partir de la dosis de $2.5 \text{ mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (3,72; 4,2 y 1,9%) lo que quiere decir, que más del 90% del agua caída en estas bandejas se infiltró en el suelo, esto evidentemente es muy importante especialmente en estas áreas donde el agua es escasa. Mientras que, en el caso del ripio de sisal, aunque también favorece la infiltración del agua en el suelo, sólo presenta un valor promedio por debajo del 10% (8,86 en las bandejas de suelo de la parcela B para la dosis más alta). Esto permite determinar, que la canavalia tiene un mejor efecto en la disminución del escurrimiento en los suelos evaluados (cuadro 1).

Al analizar el factor "C" y el coeficiente de escurrimiento, se puede ver de acuerdo a los resultados obtenidos, que ambas coberturas tienen un efecto positivo sobre las pérdidas de suelo y agua escurrida, notándose una eficiencia ligeramente mayor en la disminución del agua de escorrentía que en la disminución de las pérdidas de suelo en las bandejas evaluadas. La literatura reporta contradicciones en relación al efecto de las coberturas muertas sobre el escurrimiento del agua (1,5).

Lámina escurrida

La lámina de agua escurrida disminuye en la medida que se incrementa la dosis de residuos en las bandejas evaluadas, con valores más

bajos en las bandejas con residuos de canavalia; mientras que en el ripio de sisal la disminución no es tan marcada. Esto refleja un efecto importante de los residuos de canavalia en la infiltración del agua en el suelo.

Al realizar el análisis de varianza de la lámina escurrida se encontró un efecto significativo para los factores principales cobertura y dosis; además también presentó significancia para las interacciones parcela-cobertura, parcela-dosis y dosis-cobertura.

En los resultados de la prueba de medias de la interacción parcela-cobertura para esta variable se puede notar que, en las parcelas A y C, la cobertura de canavalia presentó un efecto significativamente diferente y mejor, en relación al ripio de sisal, mientras que, en la parcela B, las coberturas tienen un comportamiento similar.

Con respecto a la interacción parcela-dosis, de acuerdo a la prueba de medias, en la parcela A no existen diferencias significativas entre el suelo desnudo y las dosis de residuos aplicadas, en tanto que en las parcelas B y C sí existen diferencias significativas; esto quiere decir que la dosis de $2,5 \text{ mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ presenta un efecto positivo sobre la lámina de escurrimiento, favoreciendo su reducción (cuadro 2).

En la interacción dosis - cobertura, la prueba de medias indica que, para la canavalia la dosis de $2,5 \text{ mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ o la superior, ejerce un efecto favorable sobre el escurrimiento en comparación al suelo desnudo. En cuanto al ripio de sisal, la dosis de 5

mg.ha⁻¹, es la que presenta diferencias significativas con respecto al suelo desnudo; esto demuestra que se requieren dosis más altas de ripio de sisal para reducir de manera significativa la lámina de escurrimiento (cuadro 2).

En síntesis, a pesar de que las pérdidas de suelo son bajas en todas las parcelas, y que los resultados estadísticos indican que la respuesta de las coberturas depende del suelo de la parcela, del tipo de cobertura y la dosis aplicada, se observa un efecto importante y positivo de estas coberturas sobre la conservación de suelos

y aguas, en las bandejas de erosión, lo que indica, que esta práctica, puede constituir una alternativa de manejo en estas áreas. Estos resultados positivos de estas coberturas coinciden con los obtenidos por otros autores (2, 3, 11). Las coberturas, evaluadas, especialmente los residuos de canavalia, constituyen una alternativa de manejo para reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo superficial y mejorar el aprovechamiento del agua de lluvia, especialmente en la agricultura de secano y en condiciones de alta pendiente.

Conclusiones y recomendaciones

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica en las tres parcelas son bajas.

Hay un efecto positivo de ambas coberturas sobre la disminución de las pérdidas de suelo y del agua de escorrentía en las bandejas de erosión evaluadas, así como en el incremento de la infiltración del agua en el suelo, uno de los aspectos más importante para el desarrollo de los cultivos en éstas áreas, con evidentes problemas de déficit hídrico.

Las variables factor mulch y coeficiente de escurrimiento permiten

reflejar de una manera práctica el comportamiento de ambas coberturas, resaltando notablemente los residuos de canavalia como cobertura promisoriosa.

Se recomienda la evaluación integral en campo de estos materiales para esta zona, con problemas de fuertes pendientes, lluvias intensas y déficit hídrico durante gran parte del año, además de ser dos materiales de uso potencial en la zona, así como también evaluar sus efectos sobre otras propiedades del suelo.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento por el cofinanciamiento al Consejo de Desarrollo Cien-

tífico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, Proyecto PROSALAFa e INIA-Lara.

Literatura citada

1. Alves A.G., N.P. Cogo y R. Levien. 1995. Relacoes da erosao do solo com a persistencia da cobertura vegetal morta. *Revista Brasileira Ci. Solo*, 19:127-132.
2. Fernández N., 1995. Efectos de las pérdidas de suelo y agua de diferentes tasas de residuos aplicados a un suelo sin cultivos en una cuenca alta. *Rev. Fac. Agron. UCV*. Alcance 47:105-113.
3. Lal R., 1994. Water management in various crop production systems related to soil tillage. *Soil & Tillage Research*, 30:169-185.
4. Myers J.L. y M.G. Wagger. 1996. Runoff and sediment loss in three tillage systems under simulated rainfall. *Soil & Tillage Research* 39:115-129.
5. Papendick, R.Y. y J.E. Parr. 1989. The Value of Crop Residues for Water Conservation. *Soil, Crop and Water Management Systems for Rainfed Agriculture in the Sudan-Sahelian Zones: Proceedings of an International Workshop*. ICRISAT, India. p. 183-200.
6. Pla I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales., *Revista de la Facultad de Agronomía*. Alcance N° 32, 91p.
7. Quinton J.N., G.M. Edwards y R.P. Morgan. 1997. The influence of vegetation species and plant properties on runoff and soil erosion; results from a rainfall simulation study in south east Spain. *Soil Use and Management*, 13:143-148.
8. Seganfredo M.L., F.L Eltz y A.C. Brum. 1997. Perdas de solo, agua e nutrientes por erosao em sistemas de culturas em plantio direto. *Revista. Brasileira Ci. Solo*. Campinas, 21:287-291.
9. Stewart B., y J. Steiner. 1990. Water Use Efficiency. *Advances in Soil Science*. Vol 13: 151-173.
10. Stewart B.A. 1994. Dryland Farming. *Encyclopedia of Agricultural Science*. Volumen 1: 625-634.
11. Tilander Y. y M. Bonzi. 1997. Water and nutrient conservation through the use of agroforestry mulches and sorghum yield response. *Plant and Soil*, 197:219-232.