

EFFECTO DEL USO DE COBERTURAS VEGETALES Y ABONOS ORGÁNICOS SOBRE PÉRDIDAS DE SUELO Y AGUA EN DOS SUELOS AGRÍCOLAS VENEZOLANOS

Effect of vegetable covers use and organic manure on soil and water losses of two agricultural Venezuelan soils.

Victor Sevilla, Randy Mijares, Romer Rodríguez, Xiomara Abreu¹

¹ Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. Postal 4579 Maracay, 2101

Resumen

La labranza conservacionista conlleva entre otros aspectos, el manejo de los residuos en la superficie del terreno como parte de la estrategia para reducir el deterioro de los suelos. En este sentido, el propósito de este estudio fue evaluar, bajo lluvia simulada, las pérdidas de suelos y agua en dos suelos venezolanos diferentes que se ubican en posiciones de valle (Series Uribeque y Maracay), donde se aplicaron coberturas de barbecho mejorado solas o combinadas con estiércol de pollo, en calidades y cantidades diferentes. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 22 tratamientos y 3 repeticiones. Los residuos utilizados fueron de *Crotalaria juncea* L. (C) y *Cajanus cajan* L. (Q). Estos se aplicaron solos (e) o combinados con estiércol (E), a una tasa de 1,5 Mg.ha⁻¹ de estiércol (E) con 1,5 o 3 Mg.ha⁻¹ de barbecho mejorado. El barbecho mejorado se obtuvo al mezclar diferentes proporciones de residuos de leguminosa y barbecho natural (M). Las proporciones fueron 0%, 25% y 75%. Los resultados para la serie Maracay muestran que en ausencia de estiércol, los tratamientos de Quinchoncho, 3 Mg.ha⁻¹, 25 y 75%, redujeron las pérdidas de suelo (50,62 y 47,84%) en mayor proporción que otros tratamientos en comparación con el suelo desnudo. Sin embargo, al combinarlos con estiércol, los tratamientos de *Crotalaria*, 3 Mg.ha⁻¹, 25 y 75%, resultaron en reducciones de pérdidas de suelo del orden de 79,37 y 76,31% respectivamente, en comparación con el suelo desnudo más estiércol. Para la serie Uribeque, se encontró que aplicaciones de *crotalaria* combinadas con estiércol (75%, 3 Mg.ha⁻¹), redujeron las pérdidas de suelo en 84,75% en comparación con suelo más estiércol. De igual manera, redujeron las pérdidas de agua en 69,82%. Se concluye que la *crotalaria* combinada con estiércol reduce en mayor proporción las pérdidas de suelo y agua para los dos suelos. Aplicaciones de 3 Mg.ha⁻¹ reducen significativamente las pérdidas de suelo, siendo mayor su efecto reductor, cuando es combinado con estiércol.

Palabras claves: Erosión, Barbecho mejorado, Estiércol, Lluvia simulada, *Crotalaria juncea* L., *Cajanus cajan* L.

Abstract

Conservation tillage involves residue management on land surface as a means to reduce soil degradation. The aim of this research was to evaluate soil and water losses on two different soils (Maracay and Uribeque Series) of Venezuela, under simulated rainfall. Improved fallow residues, alone or combined with poultry manure, were applied on different amounts and qualities. A complete randomized design, with 22 treatments and three repetitions, was used. Residues from *Crotalaria juncea* L. (C) and *Cajanus cajan* L. (Q) were used. They were applied alone (e), at a dose of 1,5 or 3,0 Mg.ha⁻¹, or combined with poultry manure (E) at a dose of 1,5 Mg.ha⁻¹. An improved fallow was obtained by mixing different proportions of C or Q and natural fallow. Proportions were 0%, 25% and 75% of residues. Results showed that the treatments without manure, 3 Mg.ha⁻¹, 25 y 75%, reduced soil losses by 50,62% and 47,84% in comparison with the bare soil, on the Maracay soil. When combined with manure, the treatments *Crotalaria* 3 Mg.ha⁻¹, 25 y 75%, reduced soil losses 79,37 and 76,31%, as compared with bare soil plus manure. On the other hand, on the Uribeque soil *Crotalaria* combined with manure (75%, 3 Mg.ha⁻¹) reduced soil and water losses on 84,75 and 69,82% as compared with ET₀. It is concluded that *Crotalaria* combined with manure yielded the highest reduction on soil and water losses on both soils. Applications of 3 Mg.ha⁻¹ of these residues significantly reduced soil losses. The protective effect improved when residues were combined with manure.

Key words: erosion, improved fallow, poultry manure, simulated rainfall, *Crotalaria juncea* L., *Cajanus cajan* L.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la superficie apta para la producción agrícola en Venezuela es limitada, siendo esta última básicamente de secano. En estas condiciones, los suelos son utilizados en forma intensiva y en muchas ocasiones con prácticas de manejo inadecuadas que han causado la degradación irreversible de alguno de ellos, y la consecuente disminución de su potencial productivo. El imperante sistema de producción agrícola intensivo de cultivos limpios, caracterizado por la excesiva

va mecanización y por dejar expuesto el suelo al impacto de la gota de lluvia ha traído como resultado la acentuación de los procesos de degradación de los mismos, en especial por efecto de la erosión hídrica, sellado superficial, compactación y pérdida de nutrientes. Existen antecedentes sobre investigaciones (Lal, 1975; Lobo, 1987; Rodríguez, 1993) donde se señala el uso de coberturas y acondicionadores o mejoradores del suelo para implantar sistemas de labranza mínima. Entre éstos, el estiércol aplicado en forma superficial, combinado o no con residuos vegetales, Maracay, Venezuela ha sido empleado para re-

ducir el impacto de la gota de lluvia. En este sentido, el presente trabajo se orienta hacia la búsqueda de alternativas al problema de la disminución del potencial productivo de los suelos y la conservación de los recursos suelo y agua, en sistemas agrícolas sustentables en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en instalaciones del Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Estado Aragua, bajo condiciones controladas y lluvia simulada sobre bandejas de erosión de dimensiones 30 cm x 50 cm x 10 cm, colocadas a una pendiente de 10%, con agregados de suelo entre 2 - 6 mm, para una densidad aparente de 1,5 Mg.m⁻³. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2x2x2x2, con efectos principales cruzados y efectos principales anidados. Se asume un sistema de labranza mínima donde se combinan dos tipos de coberturas superficiales (residuos vegetales y estiércol). Como residuo vegetal se utilizó crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) en diferentes combinaciones con el barbecho natural (malezas presentes dentro de la siembra de ambos cultivos). El estiércol utilizado fue de pollo, comúnmente llamado "gallinaza".

Los efectos evaluados fueron cantidad, calidad y manejo. Para evaluar la calidad de la cobertura aplicada, se utilizaron residuos de leguminosas y malezas en diferentes proporciones. Las proporciones empleadas fueron: 75% leguminosa más 25% de maleza, 25% leguminosa más 75% maleza y 100% malezas. Para evaluar el manejo, se hicieron aplicaciones de residuos a una dosis de 1,5 y 3,0 Mg.ha⁻¹ cuando no se aplicó estiércol (e) y combinados con 1,5 Mg.ha⁻¹ de estiércol para los tratamientos con estiércol (E). Esto implica que se tienen aportes superficiales de 1,5 y 3 Mg.ha⁻¹ para tratamientos sin estiércol y de 3 y 4,5 Mg.ha⁻¹ cuando se mezcló con estiércol. Estos valores coinciden con los rangos propuestos por Lal (1975).

El ensayo se dividió en dos etapas. En la primera se evaluó el suelo de la serie Maracay, separando para ello, los tratamientos donde se aplicó la combinación residuo más estiércol, de aquellos donde solo se aplicó el residuo. De igual manera se procedió en la segunda etapa con el suelo de la serie Uribeque. Se utilizó un prototipo de simulador de lluvias tipo gotero (Achutegui, 1996) aplicando seis (6) eventos de lluvia, con una duración de 15 minutos, a intervalos de tres (3) días y con una intensidad promedio de 80 mm/h. En cada evento se midieron las siguientes variables: Duración de la escorrentía, inicio de percolado, pérdidas de suelo por escorrentía, pérdidas de agua por escorrentía, lámina de agua de lluvia caída, lámina de agua de lluvia escurrida, lámina de agua de lluvia infiltrada y porcentaje de lluvia útil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza para los tratamientos anidados arrojaron diferencias significativas para la variable duración de escorrentía. Ellos demuestran que la co-

bertura de barbecho mejorado con crotalaria en el suelo Maracay, propició una mayor duración del tiempo de la escorrentía superficial, en comparación con el de quinchoncho. Sin embargo, al combinar estos residuos con estiércol, la situación se invierte. En el cuadro 1 se aprecia la tendencia observada. Se pudiera presumir que a mayor duración de la escorrentía, también existirían mayores pérdidas de agua por este concepto. No obstante, los resultados demuestran que dichas pérdidas son similares para todos los tratamientos. Contrariamente, se encontraron diferencias altamente significativas para el agua percolada. En relación a los tratamientos sin estiércol, los datos coinciden con los obtenidos por Abreu (1993) quien encontró que la crotalaria permanece por más tiempo sobre la superficie en comparación con el quinchoncho. El efecto producido por la combinación del estiércol con el residuo vegetal coincide con lo planteado por Alexander (1980) respecto a la relación carbono/nitrógeno del sustrato vegetal. Este autor señala que mientras mayor es la relación C/N del sustrato, mayor será la actividad microbiana. Así mismo, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Abreu (1993) quien encontró relaciones C/N mayores en residuos de crotalaria en comparación con el quinchoncho. Se presume entonces, que el efecto protector por permanencia del residuo en superficie se ve mercedado por la actividad biológica.

Cuadro 1. Efecto del tipo de residuo de barbecho mejorado cuando se aplica solo o combinado con estiércol, sobre la duración promedio de la escorrentía para un suelo de la serie Maracay.

Tratamiento	Leguminosa	Duración de la escorrentía (min) *
Sin estiércol (e)	Crotalaria	19.57
	Quinchoncho	18.29
Con estiércol (E)	Quinchoncho	19.34
	Crotalaria	18.42

* Medias corregidas

Los resultados obtenidos al variar la cantidad de residuo aplicado, sin estiércol, no mostraron una reducción en la velocidad de escorrentía, lo cual concuerda con Lobo (1987) y Rodríguez (1993) quienes afirman que la cobertura permite una mayor efectividad en el control de las pérdidas de suelo que de las pérdidas de agua por escorrentía. Cuando se combinaron con estiércol, la tendencia fue que a mayor cantidad de residuos (3 Mg.ha⁻¹), el agua permaneció más tiempo en superficie, reduciéndose la velocidad de escorrentía, coincidiendo con los resultados de Meyer *et al* (1970) y Lal (1976). En el caso del suelo de la serie Uribeque, la mayor duración de escorrentía resultó en los tratamientos sin estiércol al compararlos con los tratamientos con estiércol (Cuadros 1 y 2).

En el cuadro 3 se presenta el resultado del análisis de varianza para los tratamientos en conjunto comparados con sus testigos, con y sin estiércol, de los dos suelos estudiados. Se observa en primer lugar, el comportamiento diferencial de ambos suelos, ante el efecto degradante de la lluvia. Se aprecia la existencia de diferencias altamente significativas para aquellos tratamientos donde se aplicó estiércol, mostrando una impor-

tante reducción en las pérdidas de suelo y agua por escorrentía, la lámina de agua escurrida y las pérdidas de agua por percolación. Así mismo, se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de lluvia útil.

Para los tratamientos sin estiércol se encontró que la cobertura de barbecho mejorado que redujo más las pérdidas de suelo por escorrentía y propició una mayor percolación de agua en el suelo Maracay, fue la de quinchoncho (Cuadros 4 y 5). Así mismo, se aprecia que la dosis de 3 Mg.ha⁻¹, parecie-

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de estiércol sobre la duración de escorrentía, en un suelo de la Serie Uribeque.

Tratamientos	Duración de la escorrentía (min)*
Sin estiércol	16.78
Con estiércol	15.60

* Medias corregidas

Cuadro 3. Significancia de las interacciones suelo-manejo sobre las variables estudiadas en las series de suelo Maracay y Uribeque.

Suelos	Duración de escorrentía (mm)	Inicio del percolado (mm)	Erosión (Mg.ha ⁻¹)	Escorrentía (m ³ .ha ⁻¹)	Percolación (m ³ .ha ⁻¹)	Lámina de agua de lluvia infiltrada (mm)	Porcentaje de agua de lluvia útil (%)
Maracay, sin estiércol	*	NS	**	NS	**	NS	NS
Maracay, con estiércol	**	**	**	**	**	**	NS
Uribeque, sin estiércol	NS	NS	NS	NS	**	*	NS
Uribeque, con estiércol	*	NS	**	**	**	NS	*

* Diferencias significativas (P<0.05); ** Diferencias altamente significativas (P<0.01); N.S.: No significativo.

Cuadro 4. Pérdidas promedio de suelo en el agua de escorrentía para tratamientos sin estiércol con residuos de barbecho mejorado y natural en suelos de la serie Maracay.

Tratamientos	Erosión (Mg.ha ⁻¹)	Diferencia con Testigo (%)
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	1.19 a	50.62
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	1.26 a	47.84
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	1.27 a	47.46
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.50 ab	37.87
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	1.51 ab	37.20
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.64 ab	32.39
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.99 ab	17.19
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	2.23 ab	7.59
Testigo (suelo desnudo)	2.41 ab	0
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	3.02 b	-25.42
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	4.17 b	-72.97

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

ra más efectiva. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Lal (1975) respecto a la eficiencia del control de la erosión con dosis de residuos comprendidas entre 2 y 6 Mg.ha⁻¹ y con los obtenidos por de Singer *et al* (1981) quienes plantean que a medida que se incrementa la cantidad de mulch, se puede lograr un mayor control de la erosión. Merece atención especial, el tratamiento de quinchoncho 25% a 1,5 Mg.ha⁻¹, el cual presentó la menor percolación y mayores pérdidas de suelo por escorrentía. Se presume que en este caso debió formarse un sello superficial que impidió la infiltración, por lo cual el agua de escorrentía arrastró una buena parte de los sedimentos en suspensión. Dicha aseveración se sustenta en los resultados obtenidos por Lal (1975, 1979); Cogo (1981) y Alberts y Neibling

(1994).

Cuadro 5. Pérdidas promedio de agua por percolado entre tratamientos sin estiércol con residuos de barbecho mejorado y natural en suelos de la serie Maracay.

Tratamientos	Percolación (m ³ .ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	13.93 a	-830.94
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	11.96 ab	-699.53
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	10.36 ab	-592.53
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	10.27 ab	-586.29
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	9.49 ab	-534.35
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	8.21 ab	-448.46
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	8.13 ab	-443.18
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	5.27 ab	-252.40
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	5.25 ab	-250.66
Testigo (suelo desnudo)	1.50 ab	0
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.95 b	36.76

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

En el caso del suelo de la serie Uribeque, tal como se aprecia en el cuadro 6, la cobertura de barbecho sin estiércol que mejor resultó fue la de crotalaria al 25% a 3 Mg.ha⁻¹ la cual incrementó el agua percolada en un 39,30%. Sin embargo, se aprecia al igual que para el suelo Maracay, que el efecto más importante para esta variable fue la cantidad de barbecho (3 Mg.ha⁻¹). Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez (1993), al haber utilizado mulch en dosis de 2 a 6 Mg.ha⁻¹ y lograr eliminar el salpique, una buena capacidad de infiltración por largo período y mejorar la estructura de la su-

perficie del suelo.

Cuadro 6. Pérdidas promedio de agua por percolado con residuos de barbecho mejorado y natural sin estiércol en un suelo de la serie Uribeque.

Tratamientos	Percolación (m ³ /ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	13.82 a	-393.07
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	11.51 ab	-310.66
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	8.33 ab	-197.03
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	7.17 ab	-64.89
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	4.62 ab	-64.89
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	4.57 ab	-63.03
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	3.32 ab	-18.51
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	3.04 ab	-8.45
Testigo (suelo desnudo)	2.80 b	0
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.25 b	55.51
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.17 b	94.04

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

En los cuadros 7 y 8 se observa como la práctica de aplicar residuos vegetales combinados con estiércol en superficie, redujo las pérdidas de suelo y agua por escorrentía en el suelo de la serie Maracay, siendo los residuos de barbecho mejorado con crotalaria, los que mejores resultados mostraron.

Cuadro 7. Pérdidas promedio de suelo por escorrentía entre tratamientos de residuos superficiales combinados con estiércol en un suelo de la serie Maracay.

Tratamientos	Erosión (Mg.ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.53 a	79.37
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.61 ab	76.31
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	1.02 ab	60.50
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	1.02 abc	60.50
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.20 abc	53.41
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.23 abc	52.48
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	1.48 abc	42.71
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	1.52 abcd	41.27
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	2.01 bcde	22.20
Testigo, 1,5 Mg.ha ⁻¹	2.58 bcde	0
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	5.11 bcde	-98.06

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

En los cuadros 9 y 10 se evidencia como la aplicación en superficie de residuos vegetales (principalmente de crotalaria), combinados con estiércol, resultó una práctica más efectiva para el control de las pérdidas de suelo y agua por escorrentía, en comparación con la serie Maracay.

Cuadro 8. Pérdidas promedio de agua por escorrentía entre tratamientos de residuos superficiales combinados con estiércol en un suelo de la serie Maracay.

Tratamientos	Escorrentía (m ³ /ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	54.64 a	23.00
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	67.30 ab	5.16
Testigo, 1,5 Mg.ha ⁻¹	70.97 ab	0
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	72.94 ab	-2.78
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	73.37 ab	-3.38
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	77.65 ab	-9.41
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	80.19 ab	-13.00
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	83.10 ab	-17.09
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	89.29 ab	-25.82
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	99.05 abc	-39.57
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	102.70 bc	-44.72

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Cuadro 9. Pérdidas promedio de suelo por escorrentía entre tratamientos de residuos superficiales combinados con estiércol en un suelo de la serie Uribeque.

Tratamientos	Erosión (Mg.ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.04 a	84.21
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.04 ab	83.33
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.07 abc	68.85
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.09 abc	62.28
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.09 abc	59.21
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.12 abc	46.92
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	0.14 abc	37.71
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	0.16 abc	32.01
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.17 abcd	23.68
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.20 bcd	14.03
Testigo, 1,5 Mg.ha ⁻¹	0.23 bcd	0

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Cuadro 10. Pérdidas promedio de agua por escorrentía entre tratamientos de residuos superficiales combinados con estiércol en un suelo de la serie Uribeque.

Tratamientos	Escorrentía (m ³ .ha ⁻¹)*	Diferencia con Testigo (%)
Crotalaria, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	11,05 a	69.82
Quinchoncho, 75%, 3 Mg.ha ⁻¹	13,79 ab	54.49
Crotalaria, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	11,66 ab	39.10
Crotalaria, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	10,51 ab	38.62
Maleza, 1,5 Mg.ha ⁻¹	8,15 ab	22.32
Crotalaria, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	7,80 ab	16.95
Quinchoncho, 25%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	7,60 ab	4.37
Quinchoncho, 25%, 3 Mg.ha ⁻¹	7,52 ab	1.76
Testigo, 1,5 Mg.ha ⁻¹	5,60 abc	0
Maleza, 3 Mg.ha ⁻¹	5,30 abc	-26.31
Quinchoncho, 75%, 1,5 Mg.ha ⁻¹	2,80 bc	-27.06

*Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Bonsu (1985), quien concluyó que combinaciones de estiércol (gallinaza) y residuos vegetales en superficie disminuían las pérdidas de suelo en casi 10 veces en comparación a los tratamientos con estiércol solo. El efecto reductor obtenido en las pérdidas de suelo por escorrentía cuando se utilizaron combinaciones de estiércol y residuos se puede explicar a través de las

investigaciones de Alberts y Neibling (1994) quienes comprobaron que los residuos superficiales confieren cierta rugosidad superficial que disminuye la velocidad de escorrentía, reteniendo por obstaculización una buena parte del suelo en suspensión. Los resultados podrían estar demostrando la capacidad de las leguminosas y el estiércol, para mejorar las condiciones físicas del suelo, tal como el aumento de la estabilidad de los agregados, hecho este señalado por Matzuda y Blackard (1981), quienes aplicando estiércol de ganado vacuno obtuvieron agregados mayores a 295 mm. Los resultados permiten afirmar igualmente, que los tratamientos con crotalaria fueron más efectivos en el control de las pérdidas de suelo frente al quinchoncho, cuando estos están acompañados de estiércol y que la mejor cantidad de residuo de las comparadas, es la de 3 Mg.ha⁻¹, la cual sumada al estiércol da una dosis total de 4,5 Mg.ha⁻¹. Este efecto evidencia que el factor dominante en el control de la erosión es la cantidad y distribución de residuos en la superficie (Lal, 1975), lo cual se logra al crear un colchón que protege al suelo del impacto de la gota de lluvia, evitando el salpique, la formación de sello superficial y reduciendo el arrastre de las partículas finas por el agua (Mohamond y Edwing, 1990 reseñado por Unger, 1994).

CONCLUSIONES

La cobertura de residuos proveniente de barbecho mejorado resultó ser una práctica efectiva para el control de las pérdidas de suelo y agua por escorrentía, en los dos suelos estudiados.

Un aumento en la dosis (de 1,5 a 3 Mg.ha⁻¹) de residuo solo, aplicado en superficie, no se constituyó en un claro efecto reductor de la pérdida de agua por escorrentía.

La presencia del estiércol combinado con algún residuo vegetal aplicado en superficie, se convierte en un obstáculo al flujo del agua, por tanto puede permitir mayor infiltración si no se forma un sello superficial.

La combinación residuo-estiércol ejerció un efecto mejorador en el control de las pérdidas de suelo y agua por escorrentía en comparación con los residuos solos. Dicho efecto fue más evidente en el suelo Uribeque, que para el suelo de la serie Maracay.

La dosis de 3 Mg.ha⁻¹ de residuos provenientes de barbecho mejorado, combinada o no con estiércol aplicado en la superficie, resultó ser la práctica que más redujo las pérdidas de suelo por escorrentía en los dos suelos estudiados.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento concedido a la presente investigación a través del proyecto 01-302960.95.

LITERATURA CITADA

- Abreu, X.** 1993. Evaluación de cuatro leguminosas en barbecho mejorado para la implantación de sistemas de mínima labranza en maíz (*Zea mays* L.). Valle medio del río Yacucuy. Trabajo de ascenso Prof. Asistente. Facultad de Agronomía U.C.V. Maracay, Venezuela. 172 p.
- Achutegui, A.** 1996. Diseño, construcción y evaluación de un simulador de lluvia tipo gotero con fines de estudios de conservación y productividad. Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay, Venezuela. 77 p.
- Alberts, E. y H. Neibling.** 1994. Influence of crop residues on water erosion Chapter 3 Managing agricultural Residues. Paul Unger Editors. Lewis Publishers. Texas. pp. 19-41.
- Alexander, M.** 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Editor, S.A. pp 142-162.
- Bonsu, M.** 1985. Organic residues for less erosion and more Grain in Ghana. In: Soil erosion and conservation. SCSA. El-Swaify. S.A.; W.C. Moldenhauer. and A. Lo editors. Iowa 50021-9764. pp. 615-621.
- Cogo, N.** 1981. Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters Tesis Doctoral Purdue University. Lafayette. Indiana. U.S.A. 346 p.
- Lal, R.** 1975. Role of mulching techniques in tropical soil and water management, IITA Tech. Bull. 1, Ibadan. Nigeria. 38 p.
- Lal, R.** 1976. Soil erosion problems of an Alfisol in Western Nigeria and their control. IITA. Monograph No. 1. October. 11 p.
- Lal, R.** 1979. Modification of soil fertility characteristics management of soil physical properties. In: Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics. John Wiley and Sons. pp. 397-405.
- Lobo, D.** 1987. Efecto de la aplicación superficial de residuos vegetales y emulsiones asfálticas sobre las pérdidas de suelo y nutrimentos de un Alfisol con cultivo de Sorgo. Tesis M.Sc. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay, Venezuela. 81 p.
- Matzuda, Y. y J. Blackard.** 1981. Effect of mulch rate on soil loss by raindrop splash. SSSAJ. Vol. 45 No. 1. 107-110.
- Meyer, L., H. Wischmeier y G. Foster.** 1970. Mulch rates required for erosion control on steep slopes. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 pp. 928-931.
- Rodríguez, O.** 1993. Evaluaciones de cobertura, barreras vivas y otras medidas de conservación de suelos en laderas.

Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay, Venezuela 133 p.

Singer, M., Y. Matzuda y J. Blackard. 1981. Effect of mulch rate on soil-loss by raindrop splash. Soil Sci. Soc. Amer. J. Vol. 45 pp.107-110.

Unger, P. 1994. Managing agricultural residues. Conservation And Production Research Laboratory. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Bushland, Texas. 484 p.
