

EFFECTO DE LA COBERTURA DE RESIDUOS SOBRE LAS PÉRDIDAS DE SUELO Y AGUA Y EL DESARROLLO DEL MAÍZ, BAJO CONDICIONES DE LLUVIA SIMULADA, EN UN SUELO DE YARACUY

Yader Ecleyden Salazar Hernandez¹; Abelardo Ospina¹; Adriana Florentino¹

¹*Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. yadersalazar@hotmail.com; oabelardo@gmail.com y florentino.adriana@gmail.com.*

RESUMEN

Para determinar el efecto de la cobertura de residuos vegetales sobre las pérdidas de agua y suelo y el desarrollo del maíz (*Zea mays*), en un alfisol del Valle Medio del Río Yaracuy, se estableció un ensayo en invernadero bajo lluvia simulada y se evaluaron tres tratamientos (0%, 50% y 100% de cobertura con residuos), en dos posiciones de suelo, la posición A fuertemente erosionada y con problemas de acidez y la B sin erosión y pH neutro. Los resultados revelaron efectos significativos de la cobertura, observándose mayores de pérdidas de agua por escorrentía en los tratamientos sin cobertura (62% posición A y 32% posición B), intervalos de riego mayores en los tratamientos con 100% de cobertura (2,5 días) en comparación con el suelo desnudo (1 día) y pérdidas de suelo cuatro veces más altas cuando el suelo estaba desnudo. La cobertura de residuos también tuvo un efecto favorable sobre el desarrollo del maíz.

Palabras Clave: Erosión hídrica, simulador de lluvia, degradación del suelo, invernadero.

INTRODUCCIÓN

Venezuela cuenta con una superficie próxima a los 916.000 km² de los cuales el 98% de presenta algún tipo de limitante para la producción agrícola (Comerma y Paredes, 1978). Este panorama y la creciente demanda de alimentos obligan a ser más eficientes en la producción de los mismos. El estado Yaracuy, específicamente la zona del Valle Medio de Río Yaracuy es de las regiones de mayor importancia en el país en materia agrícola, debido a la elevada fertilidad de gran parte de sus suelos (Pérez *et al.* 1993). No obstante, debido al manejo convencional que se le ha dado a estos suelos, se ha generado una disminución de la calidad de los suelos y un descenso de los rendimientos y la productividad en cultivos como el maíz (Pérez *et al.* 1993; Ohep *et al.* 2002). Por esta razón se ha hecho necesario realizar investigaciones orientadas a la evaluación de prácticas alternativas que permitan conservar los recursos y optimizar la producción para garantizar el desarrollo sostenible de esta región (Marcano *et al.* 1994; Ohep *et al.* 2002). La presente investigación se orientó hacia la evaluación del uso de la cobertura de residuos, como alternativas de manejo, que permitan elevar los niveles de productividad del cultivo de maíz, al disminuir las pérdidas de agua y suelo, con la finalidad de brindarle a los productores de la zona algunos elementos de apoyo en la implementación de planes de manejo, que estén en armonía con el ambiente y que conduzcan a la recuperación de las zonas degradadas, todo esto enmarcado en la utilización y el aprovechamiento de tecnologías y recursos propios de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló bajo condiciones controladas, en el invernadero de Física de suelos del Instituto de Edafología, de la Facultad de Agronomía UCV. El suelo con el

cual se llevó a cabo el ensayo es un Alfisol, ubicado en el Valle Medio del Río Yaracuy, en el sector “El Copey” del Municipio Bruzual, presenta una variabilidad de importancia, con pendientes entre 4-10 %, apreciándose áreas con fuertes evidencias de erosión hídrica, que han generado la pérdida del estrato superficial y el afloramiento de horizontes con fuertes problemas de acidez (Salazar, 2010). El suelo proveniente de estas zonas se identificó como posición A y al suelo correspondiente a las zonas no erosionadas se le identificó como posición B. Se evaluaron seis tratamientos que incluyeron las dos posiciones de suelo (A y B) y tres grados de cobertura (0, 50 y 100%), quedando conformados de la siguiente manera: A000, A050, A100, B000, B050 y B100).

Para la cobertura se utilizaron residuos secos de maíz, cortados en trozos de 1 cm. Las intensidades de lluvia oscilaron entre 90 mm h⁻¹ y 110 mm h⁻¹ (Pla, 1983; Torres *et al.* 2005; Lobo y Pulido, 2006) siguiendo la metodología y simulador descrito por Pla (1983). En este sentido se prepararon bandejas de erosión con agregados de suelo con diámetro equivalente menor a 8 mm, se sembraron en cada bandeja cuatro semillas del híbrido de maíz amarillo Dow 2B688 y se aplicaron las dosis de fertilizantes presentadas en el cuadro 1, con base a los análisis de suelo. Adicionalmente al suelo de la posición A se le aplicó una enmienda calcárea para solventar el problema de acidez.

Cuadro 1. Plan de fertilización aplicado con base a los análisis de suelo.

Posición	Requerimientos Cultivo (kg ha ⁻¹)		Dosis y fuente de fertilizantes a aplicar.			
	N	P ₂ O ₅	gN Band ⁻¹	gP ₂ O ₅ Band ⁻¹	gFDA Band ⁻¹	gUrea Band ⁻¹
A	120	30	0,72	0,18	0,43	1,47
B	120	60	0,72	0,36	0,86	1,38

FDA: Fosfato diamónico; N: Nitrogeno, Band: Bandeja de erosión

Las variables evaluadas en las bandejas de erosión incluyeron el volumen de agua escurrido, el porcentaje de pérdidas de agua por escorrentía, las pérdidas de sedimentos, la lámina parcial promedio de agua aplicada en cada riego (LPAA) el número total de riegos aplicados durante el ensayo (NR) y el intervalo entre riegos en días (IR). De igual forma se determinó en las muestras de suelo la distribución de tamaño de partículas y textura del suelo (Day, 1965), el contenido de carbono orgánico total, la proporción de macroagregados estables al humedecimiento (Florentino, 2007) y se determinaron los contenidos de humedad equivalentes a capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Las diferentes fracciones granulométricas se emplearon en el cálculo de el índice de separabilidad de partículas (ISP) propuesto por Florentino (1998). Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de varianza utilizando el software infostat 1.1 (Infostat, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de tamaño de partículas en ambas posiciones (Cuadro 2) refleja un predominio de las partículas con diámetro equivalente entre 2 y 250 µm, es decir limo, arena fina y arena muy fina, y un bajo contenido de partículas correspondientes a la fracción arcilla, lo cual le confiere a los agregados de suelo una baja estabilidad, debido

a la separabilidad de las partículas y a la baja cohesión entre ellas por la poca presencia de agentes cementantes, principalmente arcilla y materia orgánica (Florentino, 1998; Morgan, 1997). Esto a la vez influye de manera importante sobre las pérdidas de suelo por erosión.

Cuadro 2. Distribución de tamaño de partículas, clase textural, índice de separabilidad de partículas (ISP) para las posiciones de suelo evaluadas.

Posición	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena total (%)	Arena muy fina (%)	Arena fina (%)	Clase Textural	ISP	Clase
A	12	28	60	17	20	Fa	0,18	Muy alta
B	12	52	36	16	13	FL	0,15	Muy alta

Al evaluar la efectividad de los diferentes grados de cobertura respecto a las pérdidas de suelo y agua se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ambas posiciones de suelo. En el caso de la posición A, la mejor respuesta se obtuvo con 100% de residuos, produciéndose la menor cantidad de sedimentos, seguido de 50% y obteniéndose en el tratamiento sin cobertura la mayor pérdida de sedimentos producto de la poca protección en el suelo y su alta susceptibilidad frente a procesos de sellado y encostramiento (Cuadro 3). En la posición B, de igual forma en el tratamiento sin cobertura se produjo la mayor cantidad de sedimentos, en comparación con los tratamientos con 50% y 100% de cobertura (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluación del efecto de la utilización de distintos grados de cobertura de residuos sobre las variables Biomasa radical, Biomasa aérea para en el cultivo de maíz y pérdidas de Sedimentos y de agua por escorrentía, bajo condiciones controladas.

Posición	Tratamiento	Biomasa Radical (g)	Biomasa Aérea (g)	Pérdidas de Sedimentos (g)	Pérdidas por Escorrentía (mL)	Porcentaje de escorrentía
A	ASE000	0,42 c	1,55 b	4,38 a	1442,33 a	47,44
	ASE050	0,88 b	3,68 ab	0,24 b	1061,67 b	35,38
	ASE100	1,87 a	5,82 a	0,05 b	456,67 c	15,86
B	BSE000	0,36 a	1,69 a	4,4 a	897,33 a	32,27
	BSE050	0,33 a	1,23 a	0,66 b	801,67 a	30,83
	BSE100	0,41 a	1,44 a	0,13 b	447,33 b	16,81

Letras diferentes en una misma columna para una misma posición representan resultados estadísticamente significativos.

Una respuesta similar se evidenció en las pérdidas de agua por escorrentía para ambas posiciones evaluadas (Cuadro 3), en donde a medida que se aumenta el porcentaje de cobertura sobre la superficie del suelo esta disminuye. Esta respuesta se debe fundamentalmente al efecto protector que ejerce la cobertura (residuos vegetales de

maíz) frente al impacto de las gotas de lluvia, que impidió la formación del sello superficial y una menor producción de escorrentía.

Lo anteriormente expuesto se puede observar también en el desarrollo del cultivo en la posición A, donde la producción de biomasa aérea y biomasa radical (Cuadro 3), resultó mayor en el tratamiento con 100% de cobertura; mientras que para un 50% y sin cobertura la producción de biomasa fue menor para ambos casos, esto resalta la importancia de la utilización de residuos como cobertura, debido al efecto protector que ejerce esta sobre las pérdidas de suelo y agua en el sistema y el mayor aprovechamiento de estos por las plantas. En relación a la posición B, no se encontraron diferencias significativas. No obstante, en esta posición los resultados no son concluyentes ya que se apreció un menor desarrollo en las plantas, posiblemente debido a condiciones menos favorables de aireación y algunas deficiencias de fósforo que no fueron consideradas en esta investigación.

En relación de los diferentes grados de cobertura sobre las variables asociadas a la dinámica del agua en el suelo (Cuadro 4) como lo son la Lámina Parcial de Agua Aplicada (LPAA), el Intervalo entre Riegos (IR) y el Número de Riegos (NR), se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en ambas posiciones de suelo.

Cuadro 4. Efecto de la utilización de los diferentes grado de cobertura de residuos vegetales sobre la dinámica del agua en el suelo.

Posición de Suelo	Tratamiento	LPAA (mm)	IR (días)	NR
A	ASE000	2,96 a	1,17 a	25,33 c
	ASE050	5,75 c	1,77 b	16,33 b
	ASE100	5,64 b	2,47 c	11,67 a
B	BSE000	3,29 ab	1,21 a	23,67 c
	BSE050	3,81 b	1,73 a	17,33 b
	BSE100	2,76 a	3,01 b	10,00 a

Letras diferentes en una misma columna para una misma posición representan resultados estadísticamente significativos.

En la posición A se observó que la LPAA fue menor en el tratamiento con suelo desnudo en comparación con los tratamientos con 50% y 100% de residuos de cobertura. No obstante el IR para este mismo tratamiento fue menor y el NR fue mayor. Esto quiere decir, que cuando el suelo se encontraba sin ningún tipo de cobertura de residuos el agua se perdía más rápidamente por lo que debía ser regado con mayor frecuencia y por lo tanto requirió mayor número de riegos lo cual al final se traduce en una mayor demanda de agua. En los tratamientos con 50% y 100% de cobertura de residuos vegetales el intervalo entre riegos fue más distanciado y se aprovechó con mayor eficiencia el agua por parte del cultivo, sugiriendo que la aplicación de cobertura de residuos sobre el suelo reduce las pérdidas de agua.

En cuanto a la posición B se apreció la menor LPAA en el tratamiento con 100% de cobertura de residuos, seguido del suelo desnudo y con 50% de cobertura de residuos. Sin embargo, al evaluar el intervalo entre riegos y la cantidad de riegos aplicados durante el experimento la respuesta observada fue similar a la obtenida en la posición A, lo cual refuerza la importancia de la cobertura de residuos sobre las pérdidas de suelo por evapotranspiración.

CONCLUSIONES

El suelo bajo estudio en ambas posiciones, presenta actualmente una gran susceptibilidad a la degradación por erosión hídrica, asociado a la alta separabilidad de sus partículas y a la baja estabilidad estructural de los agregados.

La utilización de coberturas de residuos vegetales tuvo un efecto favorable sobre el desarrollo del cultivo de maíz en las evaluaciones realizadas para la posición A. En la posición B este efecto no fue tan evidente.

El mantenimiento de una cobertura de residuos que proteja la superficie del suelo reduce considerablemente las pérdidas de agua y suelo por erosión y escorrentía y reduce también las pérdidas por evapotranspiración, permitiendo un mayor aprovechamiento por parte del cultivo.

Por lo anteriormente expuesto, la utilización de los restos del cultivo de maíz como cobertura podría representar una alternativa para contrarrestar la problemática de degradación existente en la zona bajo estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comerma, J. y R. Paredes. 1978. Principales limitaciones y Potencial agrícola de las tierras en Venezuela. *Agronomía Tropical (Venezuela)*, 28 (2):71-85.
- Florentino, A. 2007. Método para evaluar la estabilidad de los agregados de suelo por tamizado en húmedo (Equipo Eijkelkamp)- Modificado. Laboratorio de Física de Suelo. Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 4p.
- Florentino, A. 2006. Métodos para medir el contenido de agua en el suelo. *Venesuelos*, 14:48-70.
- Florentino, A. 1998. Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la tierra: selección de indicadores físicos. Valores críticos. Maracay, Venezuela; Universidad Central de Venezuela. 10p.
- Lobo, D; Pulido, M. 2006. Métodos e índices para evaluar la estabilidad estructural de los suelos. *Venesuelos* 14:22-37.
- Marcano, F; C. Ohep; J. Lugo y G. Márquez. 1994. Efecto de diferentes practicas de manejo sobre la humedad de suelo y el comportamiento del cultivo de Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la Colonia Agrícola de Turén estado portuguesa. *Bioagro*, 6(2):46-58.
- Morgan, R. 1997. Erosión y conservación de suelos. Ed. Mundi – prensa. 343 p.
- Ohep, C; F. Marcano; S. Pudzzar y C. Colmenares. 2002. Efectos de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. *Bioagro*, 14(1):37-45.
- Ohep, C; F. Marcano y O. Sivira. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata* L.) en el Yaracuy medio. *Bioagro*, 10(3):68-75.
- Pla, I. (1983) Metodología para la caracterización física con fines de diagnostico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Revista Facultad Agronomía, Maracay*. Alcance N° 32. 91 p.
- Salazar, Y. 2010. Efecto del encalado y diferentes grados de cobertura de residuos sobre las pérdidas de suelo y agua y el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.), bajo condiciones de lluvia simulada, en un suelo del Valle medio del Río Yaracuy. Trabajo presentado como requisito para la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 67 p.

Torres, S; A. Florentino y M. López. 2005. Pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía en un ultisol degradado bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal en Chaguaramas- Guárico. *Agronomía Tropical*, 56(4):28-36.