
CONSERVACIÓN DEL SUELO Y AGUA Y PRODUCTIVIDAD DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO LABRANZA MÍNIMA CON BARBECHO MEJORADO DE *Canavalia ensiformis*.

*Soil and water conservation and maize (*Zea mays* L.) productivity under minimum tillage with natural and improved fallow.*

Pérez, Maiby¹, A. Florentino² y M. L. Páez².

¹ Instituto de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía- Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua

² Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía- Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua

Resumen

Con el objeto de evaluar el efecto de la labranza mínima con barbecho natural (LMB) y con *Canavalia ensiformis* como barbecho mejorado en este sistema (LMC), se condujo un ensayo de campo durante el período lluvioso del año 1991 sobre un suelo clasificado como Oxic Haplustalf degradado del Estado Yaracuy, denominado serie Uribeque, con régimen semiárido representativo del área de producción intensiva de maíz. Se realizaron mediciones de erosión y escorrentía, humedad del suelo, cobertura de residuos y del cultivo, biomasa y rendimiento del maíz. Los resultados señalaron menor erosión en el ciclo para el sistema LMC, seguido por la labranza convencional (LC) y el sistema LMB, explicados a través del más alto porcentaje de cobertura inducido en LMC y al beneficio de la labranza en LC, que permitieron disminuir también los niveles totales de escorrentía. Los índices de humedad disponible (IHD) encontrados durante el ciclo revelan una alta disponibilidad de humedad para el cultivo, que condujo por otra parte, a que no se presentaran diferencias significativas entre los va-

lores de humedad semanal del suelo en los distintos sistemas y a que se anulara el posible beneficio de la cobertura sobre la conservación de la humedad del suelo. Sin embargo, a pesar de esto, el rendimiento y biomasa de maíz obtenidos en LMC fueron superiores al promedio de la zona (1200 Kg.ha⁻¹) seguido de LC.

Palabras claves: Maíz, labranza mínima, barbecho, erosión, escorrentía.

Abstract

A field experiment aimed to evaluate the effect of minimum tillage with natural (LMB) and improved fallow (LMC) on maize, was carried out on a degraded Oxic Paleustalf (Uribeque's serie), in the Yaracuy state, with a semiarid regime. This soil is representative of this agricultural production system. Measurements of erosion, runoff, soil moisture, residues as cover, biomass and maize yield were realized. Results show less erosion in LMC, followed by conventional tillage (LC) and

LMB. This could be explained by the higher soil surface cover of LMC and by the benefit of conventional tillage of LC, which also reduced water runoff. The weekly moisture index (IHD) shows high water availability for the maize crop, obliterating any significant difference among trials. Biomass yields of

maize was higher for LMC followed by LC.

Key words: Maize, minimum tillage, improved fallow, cover crops, erosion, runoff, legumes.

INTRODUCCIÓN

El descenso de los rendimientos del cultivo de maíz en el Valle Medio del Río Yaracuy durante los últimos años es atribuido al manejo altamente mecanizado del mismo, que ha producido la degradación de la estructura de los suelos y el desarrollo de procesos de deterioro, tales como: sellado, encostramiento, compactación, erosión laminar y concentrada, que unidos a la incidencia de un patrón errático de la precipitación, han servido para propiciar la ocurrencia de falsos inicios de siembra y de frecuentes períodos de estrés hídrico en el cultivo, afectando, a corto plazo, la eficiencia de uso de los insumos aplicados así como a los rendimientos mencionados. En consecuencia, puede decirse que la tecnología convencional empleada, no ha contribuido en el corto plazo, al logro de niveles de productividad sostenibles frente al patrón errático de la precipitación; además, que ha conducido a la disminución de la capacidad productiva de la tierra y al desarrollo de procesos de degradación ambiental. Los niveles de materia orgánica en el suelo, debido al uso intensivo de la labranza en zonas semi-áridas, han disminuido drásticamente, ya que la actividad biológica incrementa y descompone los residuos vegetales hasta llegar a la mineralización de los elementos orgánicos, principalmente nitrógeno y carbono (Smith y Elliot, 1990).

La eliminación de los efectos protectores de la vegetación por la labranza que expone a la superficie del suelo, estructuralmente inestable, a la acción altamente erosiva de las lluvias tropicales, es referido como la causa principal que conduce al sellado, encostramiento y al descenso de la infiltración, todo lo cual disminuye la emergencia de plántulas e incrementa la erosión y la escorrentía (Kampen y Burford, 1980; Lal, 1983; Hu *et al.*, 1997). En este sentido, Campbell *et al.*, (1997) señalan que una reducción en la intensidad de la labranza puede mejorar la productividad y la calidad del suelo.

Los sistemas de labranza conservacionista son reportados como beneficiosos por incrementar el contenido superficial de la materia orgánica del suelo y por su mayor eficiencia en el control de las pérdidas de suelo, conservación de la humedad y sus menores costos de producción; también se refieren como de rápida adopción, siendo, por esto último, potencialmente transferible y socialmente aceptable (Allmaras y Dowdy, 1985, Paéz, 1990). Kemper y Derpsch, (1980), señalan que las leguminosas utilizadas como cobertura son capaces de provocar un incremento consistente en la infiltración del suelo y que la introducción de leguminosas en períodos de barbecho (Lal, 1983) cada cuatro o cinco años, podría mejorar las propiedades químicas y nutricionales de suelos tropicales muy degradados con repercusiones beneficiosas sobre el rendimiento de los cultivos a mediano y largo plazo, así como también, algunas malezas podrían ser controladas provocando un des-

censo en el uso de herbicidas como medida de control. La *Canavalia ensiformis* por ser una leguminosa de cobertura, resistente a la sequía y con capacidad para rebrotar, se considera una planta de uso potencial en períodos de barbecho para el mejoramiento del suelo (Paez, 1990) que podría además ser aprovechada con fines de alimentación animal (Viera *et al.*, 1986). La presente investigación se orientó a la evaluación de la labranza mínima con barbecho natural y con *Canavalia ensiformis* como barbecho mejorado en el sistema de maíz mecanizado, en relación a la conservación del suelo y el agua y a la productividad del cultivo de maíz en un Oxíc Haplustalf degradado representativo del Valle Medio del Río Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Yaracuy del FONAIAP ubicada en Yaritagua, Estado Yaracuy, en un suelo clasificado a nivel de serie como Oxíc Haplustalf, arcilloso, caolínico, isohipertérmico, identificado como serie Uribeque. Dicho suelo presentó evidencias de capas compactadas dentro de los primeros 15 cm de profundidad, según caracterización física y química del perfil descrito por Comerma y Ovalles (1984). En el estudio, fueron considerados los siguientes factores: tipo de labranza: mínima y convencional; y el tipo de barbecho: vegetación natural y barbecho mejorado de *Canavalia ensiformis*, dentro de los tratamientos denominados: Labranza mínima con barbecho natural (LMB), Labranza mínima con barbecho de *Canavalia ensiformis* (LMC) y labranza convencional (LC). Los tratamientos se establecieron en tres parcelas grandes, una para cada tratamiento, con tres unidades de muestreo demarcadas en cada parcela, utilizándose el análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado y pruebas de Duncan para comparación de medias. En toda el área de ensayo se realizó un pase de rastra a salidas de lluvia y al año siguiente, en fecha cercana a la siembra del maíz; en LMB se cortaron las malezas del barbecho al ras del suelo, se aplicaron herbidas pre y postemergentes y se sembró; en LMC el barbecho de canavalia se cosechó, se cortaron las plantas a 20 cm del suelo y se esperó durante 43 días para el rebrote y desarrollo de su cobertura, para cortar nuevamente las plantas a ras del suelo un día antes de la siembra del maíz, sin aplicación de herbicidas; LC consistió en sucesivos pases de rastrillo manual sobre el suelo hasta obtener una alta fragmentación del mismo, seguido de la aplicación de herbicidas preemergentes y siembra, ésta se realizó el mismo día en todos los tratamientos. Las prácticas fueron realizadas manualmente y las variables medidas fueron las siguientes:

Información climática: Proveniente de la Estación climatológica tipo A ubicada en la Estación Experimental Yaracuy FONAIAP. Láminas de lluvia superiores a 10 mm regis-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

tradas en pluviógrafo de balancín para medir magnitud e intensidad y erosividad, según Wischmeier y Smith (1978). Además se hizo la cuantificación semanal de evaporación en tina "A" y láminas de lluvia del pluviógrafo de cántaro para determinar el índice de humedad disponible (IHD) que viene a ser la relación lluvia (P) – evapotranspiración potencial (Eto) para períodos semanales de crecimiento del cultivo, según modificaciones de Sarker y Biswas (1982), al método de Hargreaves (1971), citados por Paéz (1992). Los mismos autores asumen que el cultivo puede crecer normalmente si el valor de IHD se encuentra entre 0.3 y 0.7, para las semanas entre germinación y formación de grano.

Erosión y escorrentía: En el margen derecho de cada unidad de muestreo, con dimensiones de 8 m de largo y 6 m de ancho, se estableció una parcela de erosión con ancho de 1 m y 5 m de largo. Al final de cada parcela de erosión, se colocó un vertedero de 1 m de ancho por 25 cm de base y 20 cm de profundidad, el cual recogió el sedimento grueso y condujo las aguas de escorrentía y sedimentos en suspensión hacia un tubo angosto donde se colocaron dos pipotes conectados por una manguera, de donde se tomaron muestras de sedimento fino y láminas de escorrentía para el momento de la siembra y a los 6, 12, 18, 29, 32, 36, 46, 51 y 105 días después de la siembra (dds). El sedimento grueso y fino, una vez procesado, fue expresado en $Mg \cdot ha^{-1}$ y las láminas de escorrentía en milímetros.

Humedad: Se midió semanalmente mediante la utilización de un equipo de Sonda de Neutrones, con tubos de acceso y previa determinación de la curva de calibración. Los registros se hicieron a partir de los 22 dds hasta la cosecha del cultivo en los tratamientos, a los 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm y 90 cm de profundidad en el perfil. Las mediciones se realizaron en el área de las parcelas de erosión.

Cobertura vegetal de los cultivos: A través del método de la transecta utilizado por Tejada y Rodríguez (1989), se determinaron los porcentajes de cobertura ofrecida a ras y por el dosel del cultivo de maíz a los 12, 18, 36 y 51 dds. La cobertura del dosel de canavalia fue medida a los 16 días antes de la siembra del maíz (das) y en tiempo cercano a la misma en LMC (2 das). Esto se realizó para ambos cultivos tanto en la parcela de erosión como en el resto de la unidad de muestreo.

Cobertura de residuos: El porcentaje de cobertura ofrecido por los residuos se determinó por el método de la transecta en los sistemas LC, LMB y LMC, tanto en la parcela de erosión como en el resto de la unidad de muestreo, para los intervalos 16 das, a la siembra y a los 6, 12, 18, 36 y 51 dds del maíz en todos los tratamientos.

Rendimiento en grano y biomasa del cultivo maíz: A los 130 dds del maíz, se cosechó la producción de las cuatro hileras centrales, en un área aproximada de 15 m^2 de la unidad de muestreo adyacente a las parcelas de erosión, cosechándose completamente en el área de la parcela de erosión y expresándose como grano seco (12% humedad), determinándose además biomasa de las mismas plantas.

Índice de humedad disponible. Durante las primeras cuatro semanas de crecimiento del maíz se observaron valores de IHD superiores a 1.0 que indican una adecuada suplencia de humedad, y un descenso de IHD (0.45) durante una semana en el período de floración, que señala una reducida suplencia que pudo ser compensada por excesos de humedad existente en el suelo durante el resto de las semanas, con $IHD > 1$ (Figura 1). La información sugiere que la precipitación fue frecuente y suficientemente abundante para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo.

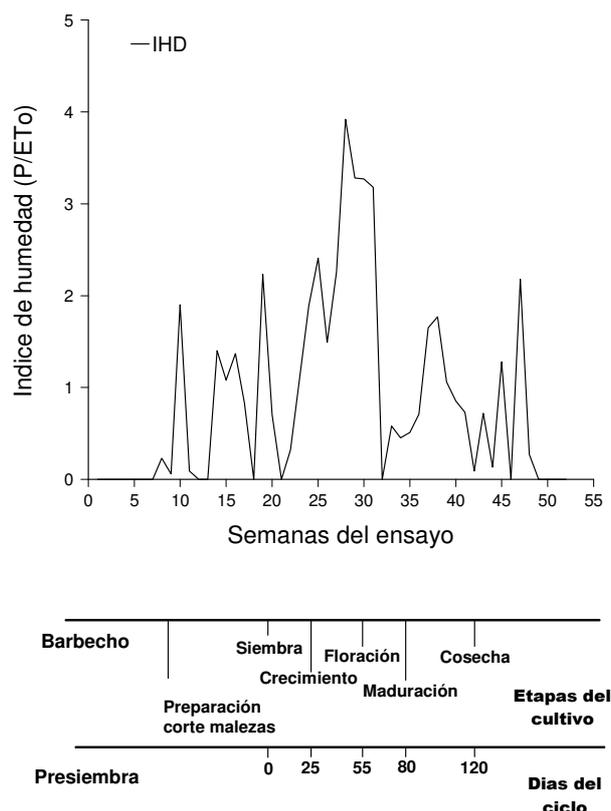


Figura 1. Índice de humedad disponible (IHD) durante el período de ensayo (Octubre 1990 - Octubre 1991).

Potencial de erosión de las lluvias. El valor del factor R anual fue de 5346, superior al promedio anual de 4510 $MJmm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$ obtenido para 10 años, (Páez *et al.*, 1989).

La distribución mensual de la erosividad de la lluvia, mostró una repartición equitativa de la carga erosiva de la misma durante los meses de Marzo, Abril y Junio; un incremento exponencial durante el mes de Julio e incrementos de baja magnitud durante los meses siguientes del año. La mayor incidencia de la carga erosiva de la lluvia sobre el cultivo, se produjo desde poco antes de su siembra, a mediados de Junio, hasta el cierre total del dosel del cultivo, al finalizar Julio (37% de la carga erosiva total), los meses posteriores hasta cosecha, que se dio al finalizar Octubre, recibieron un menor peso de la erosividad (12%). En la figura 2, se observa la distribución del potencial erosivo de la lluvia en los intervalos de recolección

de agua y sedimentos entre las fechas: 0, 6, 12, 18, 29, 32, 36, 46, 51 y 105 dds donde se aprecia una incidencia similar en cada uno de los intervalos, excepto en aquel entre los 29 y 32 dds que presentó un incremento 3 veces más alto que en los anteriores.

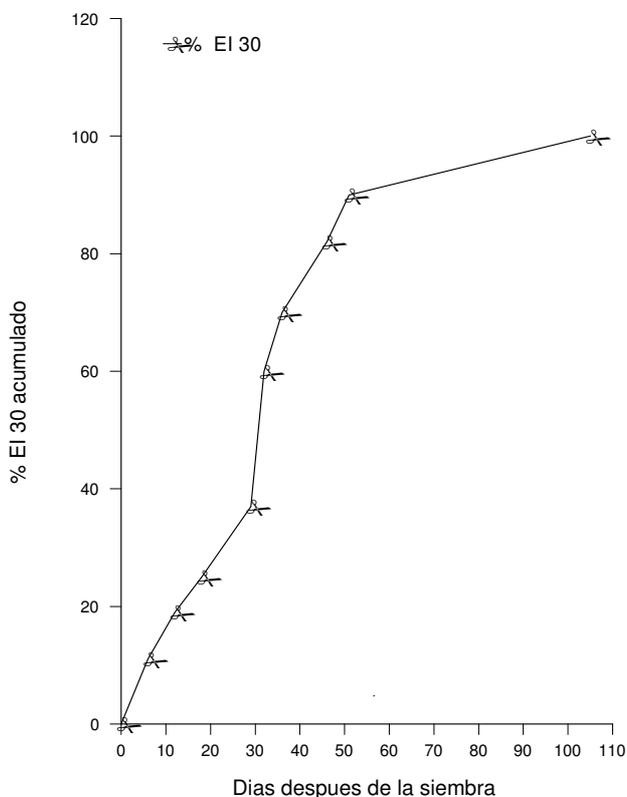


Figura 2. Distribución de la erosividad de la lluvia en los intervalos de recolección de agua y sedimentos.

Cobertura de residuos. La cobertura del suelo con re-siduos en la parcela de erosión (PE) y área restante (AR) fue de 28% y 54%, respectivamente a los 16 das en LMB, (la figura 3a, ilustra lo encontrado en PE) no encontrándose evidencia de cobertura de residuos en LMC y LC para el momento. La cobertura aumentó sustancialmente en LMC (60% en PE), figura 3c, para el momento de la siembra del maíz, con 49% en AR, por el aporte reciente de residuos de la canavalia, y se mantuvo moderadamente en LMB (27% en PE), figura 3a, con 38% en AR; mientras que en LC (figura 3b) fue de cero. El descenso de la cobertura de residuos fue gradual en cualquiera de los sistemas LMB y LMC, mostrando siempre una mayor cobertura en el caso de LMC, particularmente en la parcela de erosión. A los 36 dds, cuando el cultivo presentó un crecimiento rápido de su dosel, el porcentaje de residuos obtenido fue cercano a cero, mientras que, el porcentaje del dosel de malezas fue en aumento.

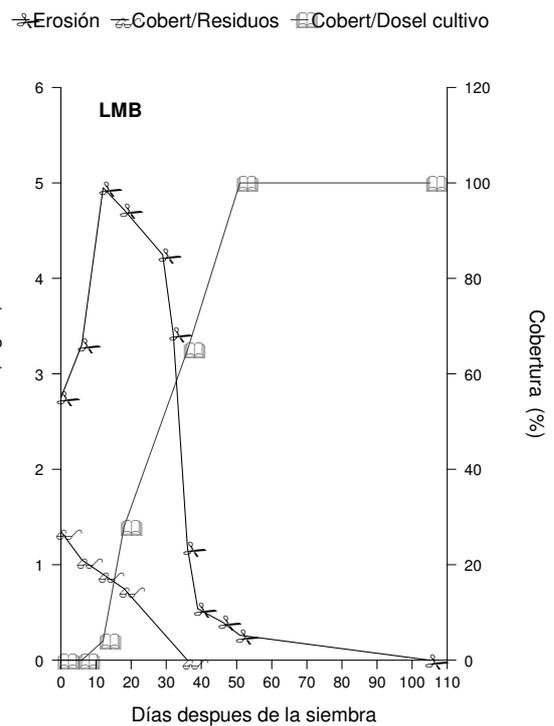


Figura 3a. Erosión y cobertura del suelo en la parcela de erosión de los sistemas de labranza mínima barbecho (LMB).

Cobertura del dosel de canavalia y de maíz. La cobertura del dosel de canavalia en LMC (39% en PE y 30% en AR) a los 2 das del maíz, revela un reducido crecimiento vegetativo de las plantas durante el rebrote en las condiciones de suelo y de clima que prevalecieron después del primer corte de este barbecho. La cobertura a ras del suelo y del dosel del maíz en PE mostraron una alta superioridad en LC (58%), figura 3b, con respecto a LMB (28%), figura 3a, y LMC (38%), figura 3c, a los 18 dds y porcentajes de coberturas del dosel similares en LC (73%) y LMC (72%), pero menor al comparar con LMB (65%) a los 36 dds, alcanzando un 100% de cobertura en la medición realizada a los 51 días de la siembra en los sistemas de labranza evaluados. Se evidenció un ligero atraso del cultivo en LMB en sus primeras etapas de crecimiento, siendo muy similar a lo encontrado en AR, para todos los períodos.

Conservación de la humedad del suelo. No se manifestaron diferencias significativas entre los valores de hume-

Cuadro 1a. Contenido volumétrico de humedad en el suelo (0-45 cm), con los sistemas de labranza mínima barbecho natural (LMB), canvalia (LMC) y convencional (LC).

Días después de la siembra	Contenido volumétrico de humedad en el suelo								
	Profundidad (cm)								
	15			30			45		
	Sistema de labranza								
	LMB	LMC	LC	LMB	LMC	LC	LMB	LMC	LC
22	0,36	0,36	0,35	0,41	0,43	0,44	0,41	0,42	0,43
29	0,32	0,32	0,31	0,42	0,42	0,42	0,41	0,42	0,43
39	0,35	0,35	0,34	0,42	0,43	0,41	0,43	0,44	0,42
45	0,36	0,35	0,34	0,42	0,41	0,4	0,42	0,42	0,42
49	0,36	0,36	0,35	0,42	0,4	0,4	0,43	0,42	0,43
56	0,27	0,29	0,27	0,4	0,4	0,38	0,42	0,42	0,41
63	0,25	0,26	0,25	0,36	0,35	0,36	0,39	0,38	0,39
71	0,27	0,26	0,26	0,36	0,36	0,35	0,37	0,38	0,38
77	0,27	0,27	0,26	0,36	0,35	0,35	0,38	0,37	0,37
84	0,26	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,37	0,37	0,37
93	0,3	0,29	0,31	0,37	0,37	0,37	0,39	0,39	0,38
98	0,37	0,39	0,4	0,4	0,42	0,41	0,38	0,41	0,41
105	0,41	0,41	0,42	0,45	0,47	0,46	0,43	0,47	0,45
114	0,38	0,38	0,4	0,45	0,45	0,46	0,44	0,47	0,47
120	0,4	0,4	0,41	0,45	0,46	0,45	0,44	0,47	0,47
129	0,33	0,33	0,35	0,42	0,43	0,44	0,43	0,45	0,46

Cuadro 1b. Contenido volumétrico de humedad en el suelo (0-90 cm), con los sistemas de labranza mínima barbecho natural (LMB), canvalia (LMC) y convencional (LC).

Días después de la siembra	Contenido volumétrico de humedad								
	Profundidad (cm)								
	60			75			90		
	Sistema de labranza								
	LMB	LMC	LC	LMB	LMC	LC	LMB	LMC	LC
22	0,4	0,4	0,4	0,39	0,39	0,43	0,39	0,38	0,39
29	0,4	0,41	0,4	0,39	0,39	0,4	0,39	0,39	0,39
39	0,42	0,43	0,41	0,42	0,41	0,4	0,41	0,41	0,39
45	0,42	0,42	0,41	0,42	0,4	0,39	0,41	0,4	0,39
49	0,42	0,42	0,41	0,42	0,41	0,39	0,41	0,42	0,39
56	0,42	0,42	0,42	0,41	0,42	0,42	0,41	0,41	0,42
63	0,4	0,39	0,39	0,41	0,39	0,4	0,41	0,4	0,42
71	0,4	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,4	0,39	0,41
77	0,38	0,38	0,38	0,39	0,38	0,38	0,39	0,39	0,4
84	0,38	0,38	0,38	0,39	0,36	0,38	0,39	0,38	0,4
93	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,4
98	0,39	0,4	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,4	0,4
105	0,42	0,45	0,42	0,41	0,42	0,42	0,39	0,41	0,43
114	0,42	0,45	0,44	0,42	0,43	0,43	0,41	0,41	0,43
120	0,41	0,46	0,47	0,41	0,45	0,45	0,42	0,45	0,43
129	0,42	0,45	0,46	0,42	0,44	0,45	0,42	0,44	0,44

dad del suelo de los tratamientos de labranza durante el ciclo (Cuadros 1a y 1b). El contenido volumétrico de humedad superó con frecuencia el valor a capacidad de campo (0,25) de cada estrato considerado, al igual que lo encontrado por Comerma y Ovalles (1984), sugiriendo un patrón lluvioso abundante y frecuente capaz de cubrir las demandas hídricas del cultivo en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo.

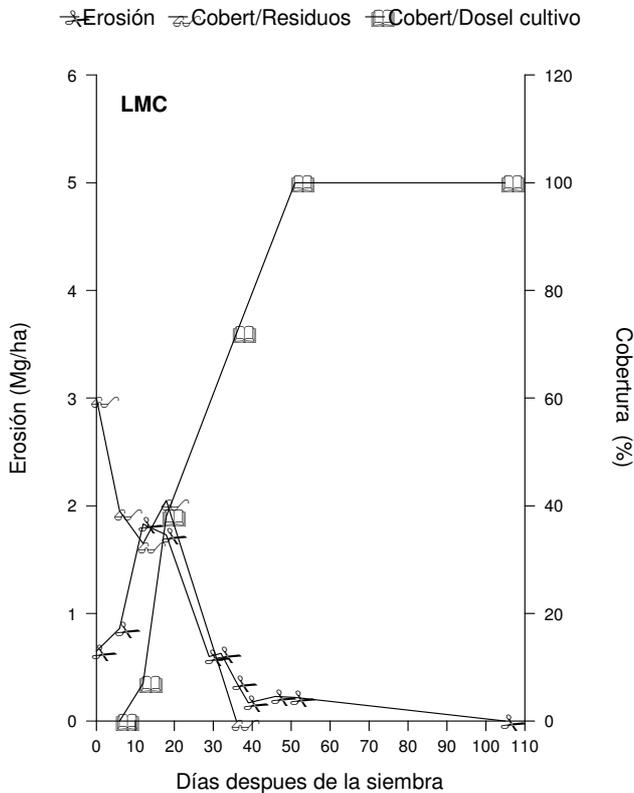


Figura 3b. Erosión y cobertura del suelo en la parcela de erosión de los sistemas de labranza mínima canavalia (LMC).

Pérdidas de suelo por erosión hídrica. El cuadro 2 y la figura 4, muestran al final del período de recolecciones, menores pérdidas acumuladas de suelo por erosión en LMC, seguido por LC y LMB. Esto se explica por el efecto superior de protección de los residuos de la canavalia con respecto al barbecho natural degradado, especialmente durante las primeras etapas del cultivo, y al desarrollo violento del dosel del cultivo en LC propiciado por la labranza, que contribuyó a aumentar la infiltración de agua en el suelo y posiblemente el aprovechamiento de los nutrientes, antes de producirse el sellado y reconsolidación del suelo superficial en este sistema sin residuos. Lo encontrado en LMB revela la vulnerabilidad a la escorrentía de los suelos con labranza cero con restricciones a la penetración de agua en el suelo, que podría generar un serio problema de erosión cuando los residuos no están presentes (Lindstrom y Onstad, 1984; Wendt y Burwell, 1985; Chang y Lindwall, 1992). La reducción significativa de la erosión en LMC con respecto a LMB se produjo durante la siembra-establecimiento del cultivo (0 dds y 18 dds) debido al efecto directo de una ma-

yor cobertura de residuos a la siembra en LMC y durante el crecimiento inicial del cultivo (18 dds y 32 dds) por la acción conjunta de los residuos en el suelo con el avanzado desarrollo del dosel del maíz en este sistema, lo cual se ilustra en las figuras 3a, 3b y 3c.

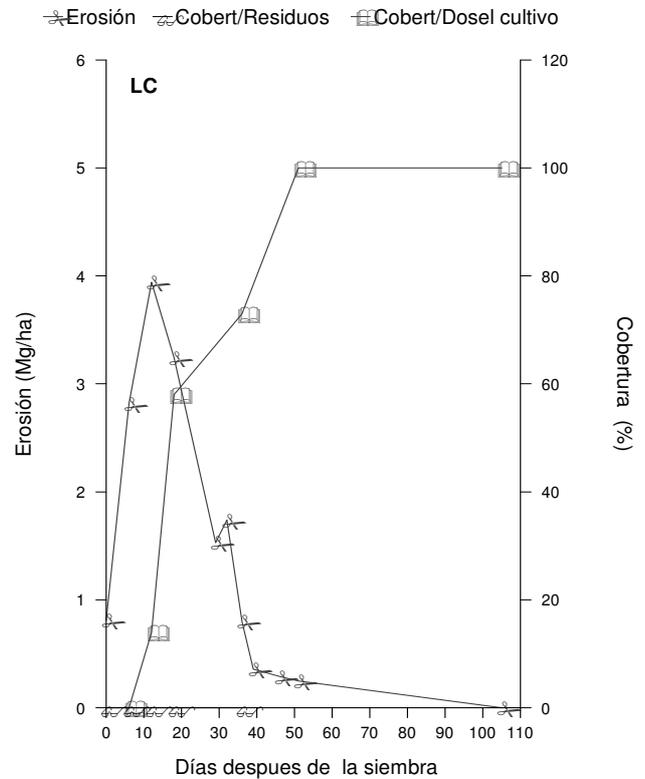


Figura 3c. Erosión y cobertura del suelo en la parcela de erosión de los sistemas de labranza mínima labranza convencional (LC).

Pérdidas de agua por escorrentía. En el cuadro 3 y la figura 5, es posible observar que las pérdidas de agua por escorrentía, aunque no significativas, muestran al final del ciclo un incremento en el orden siguiente: LMC, LC y LMB. Se evidencia el mayor beneficio de los residuos del barbecho mejorado en LMC y de la labranza en LC, sobre la entrada de agua al suelo, especialmente durante los primeros intervalos de recolección, hasta los 32 dds, aun cuando, los porcentajes de escorrentía se presentaron considerablemente altos (>43%) resultando significativamente superiores en LMB y LC, (Cuadro 4). En esta etapa, se pone de manifiesto, en primer lugar, la corta vida útil de la labranza convencional en este suelo y el efecto positivo que sobre la escorrentía tienen los residuos en los sistemas de labranza mínima, contrariamente a lo encontrado por Rodríguez (1985), en relación al comportamiento errático de la escorrentía en el suelo de la serie Uribeque no labrado, para distintas tasas de residuos. En segundo lugar, los porcentajes de escorrentía aún muy altos en LMC permiten inferir sobre la baja eficiencia de los residuos en el control de la escorrentía para el caso de suelos altamente degradados bajo labranza mínima. Es después de los 32 días de la siembra del cultivo cuando la escorrentía muestra un descenso gradual, hasta los 51 días

de cierre total del dosel del cultivo, a partir de lo cual esta variable disminuye drásticamente.

Cuadro 2. Pérdidas de suelo ($Mg \cdot ha^{-1}$) en los tratamientos de labranza.

Días después de la siembra	Sistemas de labranza					
	LMB		LMC		LC	
	Pérdidas de suelo ($Mg \cdot ha^{-1}$)					
	P	A	P	A	P	A
0	2,75a	2,75	0,65a	0,65	0,81a	0,81
6	3,31a	6,06	0,86b	1,51	2,82a	3,63
12	4,95a	11,01	1,83a	3,33	3,94a	7,57
18	4,72a	15,73	1,73b	5,06	3,24ab	10,82
29	4,25a	19,98	0,60a	5,66	1,53a	12,35
32	3,42a	23,4	0,63b	6,29	1,74ab	14,09
36	1,18a	24,58	0,36a	6,65	0,80a	14,89
39	0,54a	25,12	0,17a	6,83	0,36a	15,25
46	0,40a	25,52	0,23a	7,06	0,29a	15,53
51	0,26a	25,78	0,22a	7,28	0,25a	15,78
105	0,00	25,78	0,00a	7,28	0,00a	15,78

LMB: Labranza mínima barbecho natural; LMC: Labranza mínima barbecho de canavalia; LC: Labranza convencional. P: Parcial; A: Acumulada. Los valores seguidos por la misma letra resultaron significativamente iguales al nivel de probabilidad de 0.05, de acuerdo a la prueba de medias de Duncan.

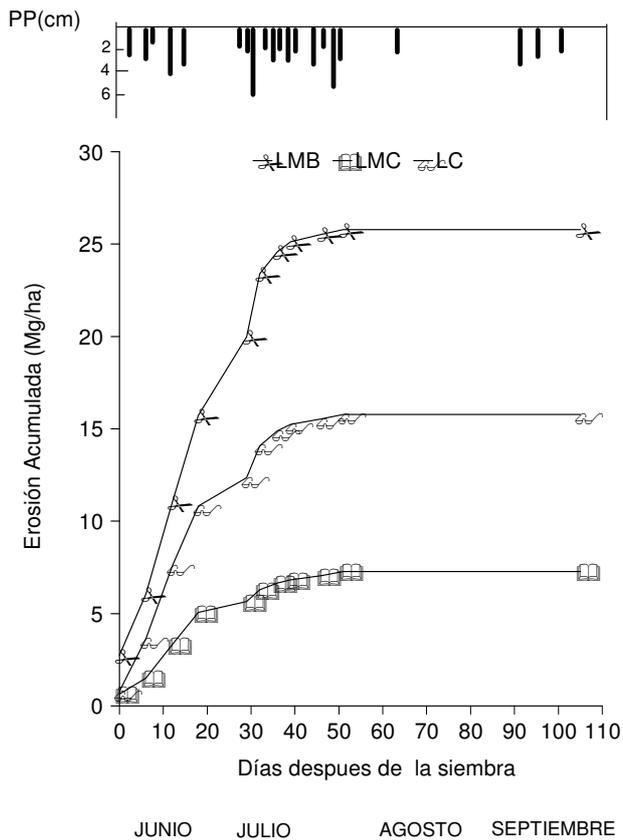


Figura 4. Precipitación (PP) y erosión acumulada en maíz en los sistemas de labranza mínima barbecho (LMB), labranza mínima canavalia (LMC) y labranza convencional (LC).

Cuadro 3. Láminas de escorrentía (mm) en los tratamientos de labranza.

Días después de la siembra	Sistemas de labranza					
	LMB		LMC		LC	
	Láminas de escorrentía (mm)					
	P	A	P	A	P	A
0	19,67a	19,67	19,00a	19,00	5,67b	5,67
6	29,00a	48,67	23,00a	42,00	21,33b	27,00
12	35,67a	84,33	34,67a	76,67	31,67a	58,67
18	19,00a	103,33	16,33b	93,00	17,67ab	76,33
29	40,43ab	143,67	33,00b	126,00	42,33a	118,67
32	47,67a	191,33	39,33b	165,33	47,67a	166,33
36	38,00a	229,33	33,00a	198,33	39,00a	205,33
39	30,33a	259,67	23,67a	222,00	31,33a	236,67
46	29,00a	288,67	23,00a	245,00	33,67a	270,33
51	39,33a	328	30,37a	275,67	48,00a	318,33
105	35,67a	363,67	15,33a	291	39,67a	358

LMB: Labranza mínima barbecho natural; LMC: Labranza mínima barbecho de canavalia; LC: Labranza convencional. P: Parcial; A: Acumulada. Los valores seguidos por la misma letra resultaron significativamente iguales al nivel de probabilidad de 0.05, de acuerdo a la prueba de medias de Duncan.

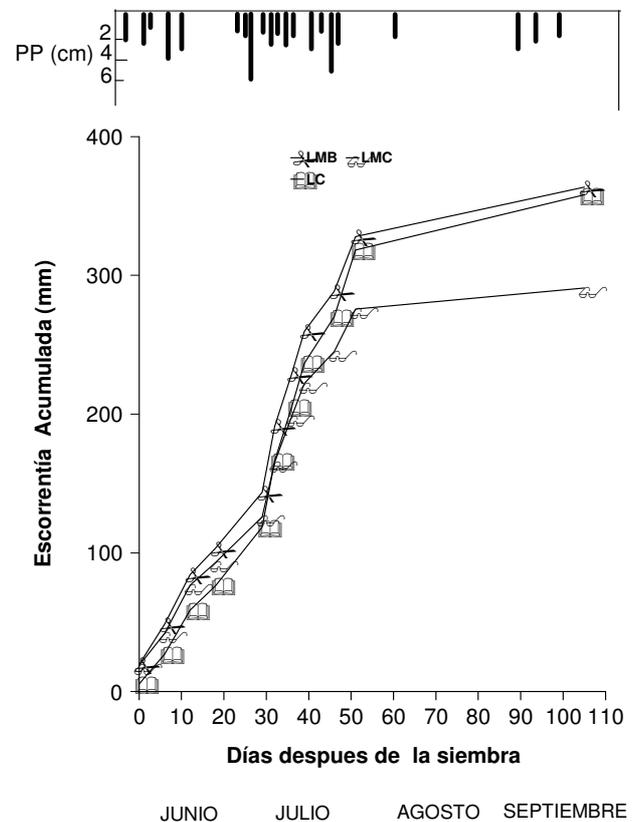


Figura 5. Precipitación (PP) y escorrentía acumulada en los sistemas de labranza mínima barbecho (LMB), labranza mínima canavalia (LMC) y labranza convencional (LC).

Rendimiento del cultivo y biomasa. El rendimiento y la biomasa del maíz (figuras 6a y 6b) en la cosecha dentro del área de la parcela de erosión no mostraron diferenciación estadística entre los sistemas, aunque fue mayor el rendimiento en

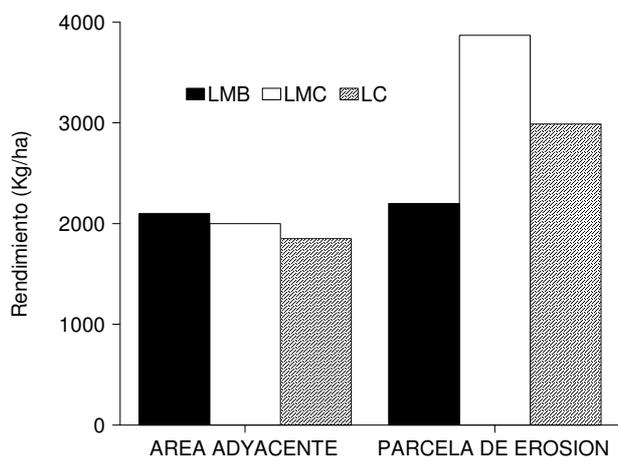


Figura 6a. Rendimiento del cultivo de maíz en los sistemas de labranza mínima barbecho (LMB), labranza mínima canavalia (LMC) y labranza convencional (LC).

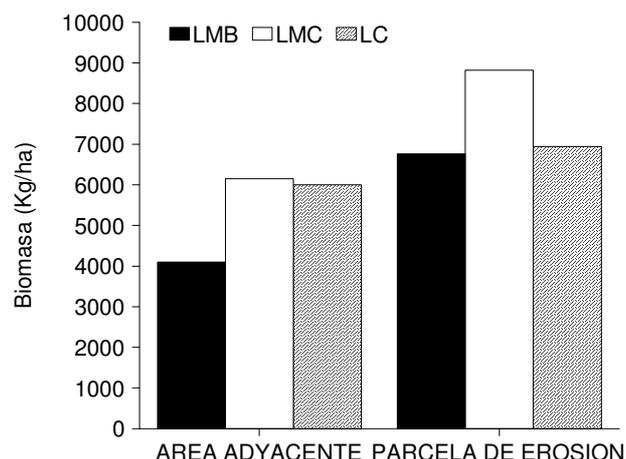


Figura 6b. Biomasa del cultivo de maíz en los sistemas de labranza mínima barbecho (LMB), labranza mínima canavalia (LMC) y labranza convencional (LC).

Cuadro 4. Escorrentía (%) en los tratamientos de labranza.

Días después de la siembra	Sistemas de labranza		
	LMB	LMC	LC
	Escorrentía (%)		
0	19,67a	19,67	19,00a
6	29,00a	48,67	23,00a
12	35,67a	84,33	34,67a
18	19,00a	103,33	16,33b
29	40,43ab	143,67	33,00b
32	47,67a	191,33	39,33b
36	38,00a	229,33	33,00a
39	30,33a	259,67	23,67a
46	29,00a	288,67	23,00a
51	39,33a	328	30,37a
105	35,67a	363,67	15,33a

LMB: Labranza mínima barbecho natural; LMC: Labranza mínima barbecho de canavalia; LC: Labranza convencional. Los valores seguidos por la misma letra resultaron significativamente iguales al nivel de probabilidad de 0.05, de acuerdo a la prueba de medias de Duncan.

LMC y LC, y de la biomasa en LMC, atribuidos probablemente al menor % de erosión y escorrentía en este sistema durante los primeros 30 días de desarrollo del cultivo y al mayor aprovechamiento de los nutrientes aplicados. En el área restante de la unidad de muestreo, sin diferenciación estadística del rendimiento y la biomasa, el rendimiento no fue superior para LMC posiblemente debido a la mayor incidencia de malezas de hoja ancha en este sistema, al cual no se le aplicó herbicidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La *Canavalia ensiformis* como barbecho mejorado suministró una cobertura de residuos que disminuyó significativamente las pérdidas de suelo y agua durante el período de siembra y establecimiento del cultivo y, mediante su interacción con el dosel del cultivo, entre los 18 y 32 días de creci-

miento inicial, que influyó definitivamente sobre la reducción de sus pérdidas totales con respecto al sistema convencional y a la labranza mínima con barbecho natural.

La labranza convencional redujo las pérdidas de sedimentos y de agua por escorrentía, a través del repunte en el crecimiento inicial del dosel del cultivo, por encima del barbecho natural. Todo esto permite concluir sobre los problemas de implementar la labranza mínima en estos suelos con alto deterioro estructural y sobre la necesidad de aplicar este sistema con la siembra de un barbecho mejorado que se adapte más que la canavalia, al período de sequía de la zona del ensayo, con el objeto de aumentar su superioridad, con respecto al sistema convencional.

El patrón de lluvia abundante durante el ciclo de maíz no permitió evidenciar las posibles ventajas de LMC sobre la conservación de la humedad y su repercusión beneficiosa en el rendimiento y biomasa del cultivo. Se recomienda continuar en la zona con ensayos de este tipo a largo plazo, que incluyan distintas variedades de *Canavalia ensiformis* y de otras especies de cobertura potenciales para la zona, así como de prácticas agronómicas que favorezcan su aporte de residuos al suelo.

LITERATURA CITADA

- Allmaras, S. y R. Dowdy.** 1985. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. *Soil & Tillage Research*, 5:197-222
- Cambell, C., B. Mc Conkey, V. Biederbeck, R. Zentner, D. Curtin y M. Peru.** 1997. Long-term effects of tillage and fallow-frequency on soil quality attributes in a clay soil in semiarid southwestern saskatchewan. *Soil & Tillage Research* 46:135-144.
- Comerma, J. y F. Ovalles.** 1984. Caracterización de suelos de

- Yaracuy. FONAIAP (Informe mimeografiado). Maracay, 15 p.
- Chang, C. y C. Lindwall.** 1992. Effects of tillage and crop rotation on physical properties of a loam soil. *Soil & Tillage Research* 22:383-389.
- Hu, S., N. Grunwald, A. van Bruggen, G. Gamble, L. Drinkwater, C. Shennan y M. Demment.** 1997. Short-Term effects of cover crop incorporation on soil carbon pools and nitrogen availability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:896-900.
- Kampen, J. y J. Burford.** 1980. Production systems soil-related constraints and potentials in the semi-arid tropics, with special reference to India. In *Soil Related Constraints to Food Production in the Tropics*, pp. 141-165. International Rice Research Institute.
- Kemper, J y R. Derpsh.** 1980 Soil compaction and root growth in Paraná. In *The soil/root systems in relation to Brazilian Agriculture*. Ed. By; R. S. Russell *et al* (ed) . IAPAR. Fundacao Instituto Agronômico de Paraná. Londrina, Paraná. Brasil. pp 81-101.
- Lal, R.** 1983. Soil and water conservation and management in the humids and sub-humids tropics. In *No till Farming*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Monograph N° 2. Nigeria. 64 p.
- Lindstrom, M. y C. Onstad.** 1984. Influence of tillage system on soil physical parameters and infiltration after planting. *J. Soil and Water Cons.*, 39(2):149-152.
- Páez, M. L., O. Rodríguez y J. Lizzaso.** 1989. Potencial erosivo de la precipitación en tierras agrícolas de Venezuela. *Rev. Fac. Agro., Alcance* 37:45-59
- Páez, M. L.** 1990. Assessing erosion risk and designing conservation practices for sustainable farming systems in Venezuela. *International Symposium on Natural Resources Management for sustainable Agriculture*. 6- 10 de Febrero. New Delhi, India. 10 p.
- Páez, M. L.** 1992. El uso adecuado de la tierra. *En: Conservación de suelos y aguas*. Ed. By: M.L.Paez, 24-58. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Rodríguez, O.** 1985. Efectos de la labranza y residuos en superficie sobre el proceso de erosión hídrica y pérdida de agua por escorrentía en tres suelos agrícolas de Venezuela. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 121 p.
- Smith, J. y L. Elliot.** 1990. Tillage and residue management effects on soil organic matter dynamics in semiarid regions. *Adv. Soils Sci.* 13:69:88.
- Tejada, B. y O. Rodríguez.** 1989. Metodología para evaluar la cobertura de residuos en el control de la erosión. *Rev. Fac. Agron., Alcance* 37:149-167.
- Viera, J., A. Escobar y M. Mora.** 1986. Consideraciones agronómicas del cultivo de *Canavalia ensiformis*. *Rev. Fac. Agron. UCV* 35:279-293.
- Wendt, R. y R. Burwell.** 1985. Runoff and soil losses for conventional, reduced and no-till corn. *J. Soil and Water Cons.*, 40:450-454.
- Wischmeier, W., y D. Smith.** 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Manual 537, USDA. 30 p.
-