

LABRANZA Y SISTEMAS DE SIEMBRA PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN UN AQUIC USTROPEPTS DEL ESTADO YARACUY

Felipe Marcano* y Noel Landínez**

RESUMEN

Se condujo un experimento en San Javier, estado Yaracuy, sobre un suelo Aquic Ustropepts, con la finalidad de evaluar el efecto de cuatro tipos de implementos (LS): arado de vertedera más rastra (AVr), arado de cincel más rastra (ACr), arado de disco más rastra (ADr) y rastra pesada - bigrome - más rastra (BRr), y tres sistemas de siembra (SS): en plano (SP), camellón sencillo (CS) y camellón ancho (CA), sobre algunas características físicas del suelo y el cultivo de maíz. Las evaluaciones se realizaron en el suelo a 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm de profundidad (P). Se encontró que la mayor fracción de volumen de poros totales correspondió a CA y CS con 29,92 y 29,14%, respectivamente, con respecto a SP. En profundidad disminuyó gradualmente, hasta alcanzar 29,47% a 30-40 cm. La densidad aparente fue menor en los sistemas de siembra CS y CA, con respecto a SP, con diferencia de 0,07 Mg/m³. Igualmente, con AVr se encontraron los menores valores en densidad aparente en relación a ACr, ADr y BRr que mostraron igual comportamiento entre si. En profundidad, también se encontró diferencia en densidad aparente, siendo los menores valores a 0-10 cm con 1,43 Mg/m³. Esta característica, al igual que la porosidad, no mostró problemas de compactación. La densidad de masa radical fue definida por la porosidad total y la densidad aparente del suelo. Su mayor concentración (82,5%) se encontró en los primeros 30cm. Con LS x SS y P x LS, fue en los camellones donde hubo mayor densidad radical, a excepción de ADr y CA. La mayor densidad se encontró en los primeros cm del suelo para todos los tratamientos, y con AVr y ADr hubo mejor distribución. El rendimiento de grano fue estadísticamente igual ($p < 0,05$) en AVr, ACr y ADr, con 4,55, 4,56 y 4,23 Mg/ha, respectivamente, y superiores a los obtenidos en BRr, con 3,47 Mg/ha.

Palabras claves adicionales: Física de suelos, densidad de raíces, rendimiento de grano

ABSTRACT

Tillage practices and planting systems in corn (*Zea mays* L.) production on an Aquic Ustropepts of Yaracuy state, Venezuela

A trial was conducted in the Fundación Polar experimental field in Yaracuy state, Venezuela in order to evaluate the effect of four tillage practices (TP) and three corn planting systems (PS) on soil physics and crop performance in an Aquic Ustropepts Soil. Tillage treatments were achieved using mouldboard plow (MP), chisel plow (CP), disk plow (DP), and romo-plow (RP), each one followed by harrow passes. Corn was planted on flat surface (FS), single ridge (SR), and wide ridge (WR). Soil bulk density was lowest in MP while no difference was found in the other tillage treatments. It decreased with depth showing a value of 1.43 Mg/m³ in the top 10-cm. Total soil porosity was higher in SR and WR with 29.92 and 29.14 %, respectively. Those treatments consequently showed the lowest bulk density. Root density was related to soil porosity and bulk density. Most roots (82,5 %) were located in the top 30 cm, and the best distribution was found in MP and DP. Grain yield was lowest in RP and no difference was detected among the rest of tillage practices

Additional key words: Soil physics, root density, grain yield

INTRODUCCIÓN

Los productores del cultivo de maíz, tradicionalmente utilizan para la siembra de este rubro diferentes tipos de implementos para preparar la cama donde se va a colocar la semilla, sin tomar en cuenta que además, el suelo roturado debe servir de soporte y medio para el desarrollo de la planta (Braunnack y Mcphee, 1991; Unger et al., 1995). También el uso de los implementos debe estar en

función al tipo de suelo, cultivos y condiciones climáticas (FAO, 1992; Unger et al., 1995), de tal manera que con ello no se generen problemas de degradación bien sea por compactación subsuperficial (Díaz, 1993) que afecten la penetración y desarrollo radical (Florentino, 1989; Cabrera, 1993; Marcano et al., 1994; Ohep et al., 1994), movimiento de agua y solutos dentro del perfil (Ayres et al., 1972; Sapozhnikov et al., 1985; Shafiq et al., 1994) e intercambio gaseoso entre el

* Prof. Dpto. de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto

** Ing^a. Agr^o. Servicio Privado

suelo y la atmósfera externa, como también por la formación de sello y costra en superficie debido al efecto degradante del clima (Páez, 1985), lo cual influye en el proceso de erosión hídrica con pérdida de suelo y su capacidad productiva (Páez, 1985).

Los implementos de labranza bien empleados y en su debida oportunidad, son necesarios en algunos casos para mejorar las condiciones físicas del suelo (Florentino, 1989; Wambeke, 1992; Marcano et al., 1994; Cabrera, 1993) y con ello facilitar la penetración y desarrollo radical de los cultivos y mejorar sus condiciones hidrológicas.

Debido a la problemática desde el punto de vista físico que presentan algunos suelos de la fundación DANAC, en lo que respecta a sus características texturales y estructurales, que favorecen el exceso de agua superficial y posiblemente estén limitando el crecimiento radical, se condujo un experimento para evaluar el efecto de diferentes tipos de labranza y sistemas de siembra sobre el suelo y en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en DANAC, Centro de Investigación Agrícola de la empresa Polar, ubicada en San Javier, estado Yaracuy, a 10°21'45" Latitud Norte y 68°39'00" Longitud Oeste, con una altura de 107 msnm.

Climáticamente, según la clasificación de Holdridge, la zona corresponde a un bosque seco tropical en el umbral con el bosque húmedo (Landínez, 1996). Su temperatura media anual es de 27°C, y la precipitación y evaporación media anual es de 1.226,5 y 2.131,7 mm, respectivamente.

El suelo en el cual se condujo el experimento es un Aquic Ustropepts (Schargel y Marvez. UNELLEZ. Comunicación personal). Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde las parcelas principales estuvieron constituidas por los tratamientos de labranzas: arado de vertedera más rastra (AVr); arado de cincel más rastra (ACr); arado de disco más rastra (ADr) y rastra pesada (bigrome) más rastra liviana (BRr), y dentro de ellas se ubicaron aleatoriamente como subparcelas tres sistemas de siembra (SS): en plano (SP); camellón sencillo (CS) y camellón ancho (CA). Cada parcela principal constaba de tres subparcelas de 10 m de largo por 8 m de ancho, para un área total de 240 m²/ parcela principal.

La siembra se llevó a cabo en el mes de junio de 1993, utilizando semilla intervarietal IV-24-92 blanco, desarrollada en DANAC, a razón de 15 kg/ha. Se fertilizó con 12-24-12, 400 kg/ha, y se reabonó con 200 kg/ha de úrea. Las malezas fueron controladas con Pendimethalin más Atrazina en dosis de 3 L/ha y 1,0 kg/ha, respectivamente, aplicados con asperjadora de espalda.

La caracterización física se realizó tomando muestras disturbadas y no disturbadas a las profundidades de: 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm. Con las primeras se cuantificó distribución de tamaño de partículas y clase textural del suelo (Cuadro 1), y con las segundas se determinó densidad aparente y porosidad total (Pla, 1983). Las muestras se tomaron en dos sitios diferentes en cada tratamiento. Para densidad aparente y porosidad total, antes de la preparación del suelo, 30 días después de la siembra y al momento que la planta de maíz habría alcanzado el 60% de formación de espiga.

Cuadro 1. Distribución de tamaño de partículas y clases texturales del suelo a las profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 y 30-40.

Prof. cm.	Distribución tamaño de partículas (%)			Clase textural
	Arena	Limo	Arcilla	
0-10	52,8	23,0	24,2	FAa
10-20	52,8	23,0	24,2	FAa
20-30	34,8	35,0	30,2	FA
30-40	40,8	25,0	34,2	FA

En el cultivo se determinó la densidad de masa radical al momento de la formación de espiga (60 %), utilizando un muestreador tipo Uhland de 50 cm de altura y en cuyo interior fueron colocados cilindros para estratificar el suelo a intervalos de 0-7,7; 7,7-15,4; 15,4-23,1; 23,1-30,8; 30,8-38,5 y 38,5-46,2 cm, respectivamente. Las muestras fueron tomadas a 15 cm de la planta y luego en el laboratorio separadas del suelo por lavado a través de cedazos con mallas comprendidas entre 500 y 50 (µm). Luego las raíces fueron secadas al aire y pesadas (Taylor, 1974; Hilfiker y Lowery, 1988; Marcano et al., 1994). También se evaluó rendimiento de grano al 12% de humedad.

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan, utilizando la

aplicación del paquete estadístico S.A.S. Para densidad de masa radical se utilizó la transformación $(x + 1/2)$ para controlar el escalar y llevarla a distribución normal (Little y Hills, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del suelo

1) Espacio poroso total

El análisis de varianza de los resultados dio diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para los sistemas de siembra, profundidad de muestreo y las interacciones labranza x sistemas de siembra y labranza x fecha de muestreo.

El Cuadro 2 muestra los grupos formados para sistemas de siembra aplicando la prueba de Duncan. El primero de ellos constituido por CA y CS, con valores de 29,92 y 29,14% de fracción de volumen de poros totales, respectivamente, y el segundo por CS y SP, con 29,14 y 28,09%, respectivamente. Estos resultados muestran la bondad de las estructuras mejoradoras del drenaje superficial sobre las características físicas, debido a un mayor esponjamiento del suelo.

Cuadro 2. Efectos de los sistemas de siembra sobre la porosidad total. Prueba de Duncan.

Sistemas de siembra	Porosidad total (%)	Variación entre tratamientos (%)
Plano, SP	28,09 a	CA - SP = 1,83
Camellón sencillo, CS	29,14 ab	CA - CS = 0,78
Camellón ancho, CA	29,92 b	
CV=18,45%		

Significativo ($p \leq 0,05$)

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

En profundidad se encontró, según la prueba de Duncan, la formación de tres grupos (Cuadro 3). El mayor porcentaje de la fracción de volumen de poros totales correspondió a la profundidad de 0-10 cm, con 32,38 %, el cual resultó ser estadísticamente diferente a la porosidad total en 10-20 y 20-30 cm que fueron estadísticamente iguales, y a los 30-40 cm, cuyo valor promedio fue el menor con 26,47 %. Estos valores de porosidad total obtenido a las diferentes profundidades no reflejan problemas de compactación, ya que los implementos utilizados no penetraron más allá de

los 25 cm. La disminución observada en forma gradual a partir de los 10 cm de profundidad en la porosidad total, es posible que se deba al peso de las capas superiores. En general se puede decir que la porosidad total encontrada en este suelo no se corresponde con sus características texturales, ya que están para todas las profundidades por debajo de los valores esperados (Hillel, 1982).

Cuadro 3. Variación de la porosidad total en el perfil del suelo para las diferentes profundidades. Prueba de Duncan.

Profundidad (cm)	Porosidad total (%)	Variación entre profundidades (%)
0 - 10, P1	32,38 a	P1 - P2 = 3,19
10 - 20, P2	29,19 b	P1 - P3 = 4,23
20 - 30, P3	28,15 b	P1 - P4 = 5,91
30 - 40, P4	26,47 c	
CV=18,45%		

Significativo ($p \leq 0,05$)

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

La interacción tipos de labranza x sistemas de siembra (Figura 1) muestra que los mayores valores para la fracción de volumen de poros totales correspondieron a AVr con todos los sistemas de siembra. Cuando se analiza la labranza del suelo con los diferentes sistemas de siembra, se puede observar que con los implementos que invierten el suelo, la porosidad total se incrementa con el uso de la siembra en camellón sencillo y camellón ancho, lo cual es un reflejo del beneficio que se genera en estos suelos al utilizar estos sistemas de siembra que permiten no sólo mejorar el drenaje superficial, sino también esta característica física que tiene que ver con la densidad aparente, infiltración, almacenamiento del agua y resistencia del suelo a la penetración radical.

En relación a la interacción fecha de muestreo x labranza, los mayores porcentajes de la fracción de volumen de poros totales se encontraron en AVr para todas las fechas de muestreo, a excepción de los 30 días después de la siembra donde los resultados fueron menores a los obtenidos con ADr (Figura 2). Al analizar los datos para cada fecha de muestreo, se observa que con ACr, ADr y BRr, hubo un incremento de la porosidad total a los 30 días después de la siembra. No obstante, la disminución de la porosidad total fue más drástica en los tres casos para ADr, lo cual pudo deberse a que el suelo al esponjarse con el arado, queda

más expuesto a disminuir rápidamente su porosidad por efecto del clima. Resultados

similares fueron reportados por Marcano et al. (1993a).

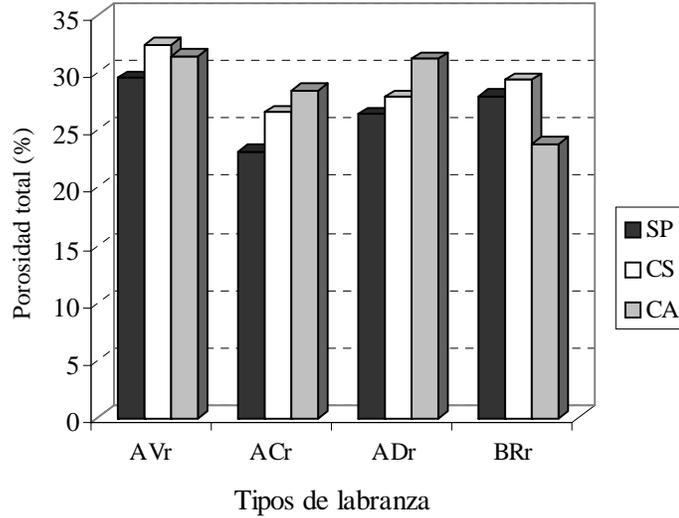


Figura 1. Distribución de la porosidad total del suelo para la interacción tipos de labranza x sistemas de siembra.

2) Densidad aparente

El análisis de varianza mostró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para labranza, sistemas

de siembra, profundidad de muestreo y la interacción fecha de muestreo x labranza.

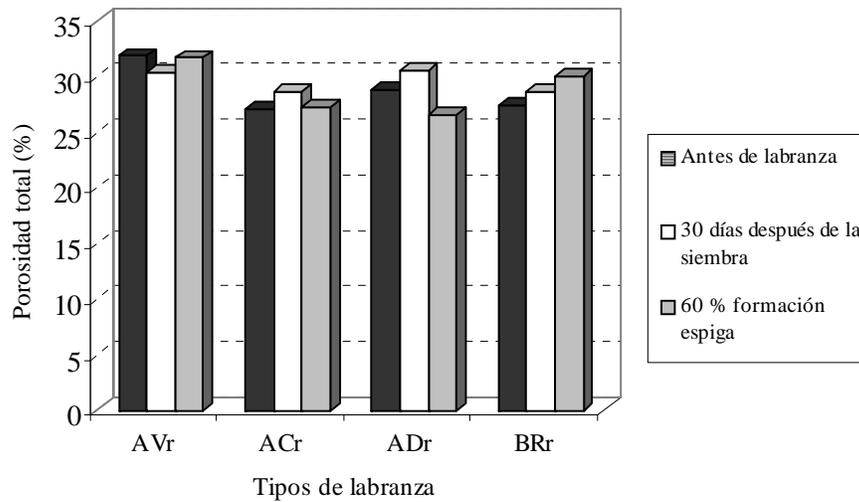


Figura 2. Distribución de la porosidad total de suelo para la interacción tipos de labranzas x fechas de muestreo.

La prueba de Duncan para los tipos de labranza permitió la formación de dos grupos. El primero formado por AVr, y el segundo por ACr, ADr y BRr. Los resultados señalan que con el uso de la labranza profunda hay una disminución de la

densidad aparente, siendo más acentuada con AVr donde la inversión es más pronunciada (Cuadro 4). Resultados similares han sido reportados por otros autores (Cabrera, 1993; Marcano et al., 1993a.)

Cuadro 4. Efecto de los sistemas de siembra sobre la densidad aparente del suelo. Prueba de Duncan.

Sistemas de siembra	Densidad aparente (Mg/m ³ *)	Variación entre tratamientos (Mg/m ³)
Plano, SP	1,58 a	SP - CS : 0,07
Camellón sencillo, CS	1,51 b	SP - CA : 0,07
Camellón ancho, CA	1,51 b	
CV = 6,43, significativo ($p \leq 0,05$)		

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

Para los sistemas de siembra se formaron dos grupos; uno conformado por SP y el otro por CS y CA. En estos resultados, al igual que en la porosidad total, se puede apreciar que las menores densidades aparentes se corresponden con los sistemas de siembra donde se construyeron estructuras mejoradas del drenaje superficial (Cuadro 5), constatándose que el aflojamiento del suelo incrementa la porosidad total y disminuye la densidad aparente, lo cual puede favorecer el desarrollo radical y rendimiento del cultivo.

Con respecto a las diferentes profundidades de

muestreo, la prueba de Duncan permitió la formación de tres grupos. Correspondiendo el valor más bajo a la profundidad de 0-10 cm, con 1,43 Mg/m³; el segundo grupo a 10-20 cm, con 1,51 Mg/m³ y el tercero a 20-30 cm y 30-40 cm, con 1,57 y 1,60 Mg/m³, respectivamente (Cuadro 5).

Los valores de densidad aparente muestran un incremento constante en profundidad, no reflejándose en ellos problemas de compactación. En este caso, se podría hacer un razonamiento similar al realizado cuando se analizó la porosidad total y su comportamiento en profundidad.

Cuadro 5. Efecto de las prácticas de labranza sobre la densidad aparente en las diferentes profundidades del perfil del suelo. Prueba de Duncan.

Labranza del suelo	Densidad aparente (Mg/m ³)	Variación entre tratamientos (Mg/m ³)
Arado de vertedera más rastra, AVr	1,50 a	AVr - ACr = -0,04
Arado de cincel más rastra, ACr	1,54 b	AVr - ADr = -0,03
Arado de disco más rastra, ADr	1,53 b	AVr - BRr = -0,05
Bigrome más rastra, BRr	1,55 b	
CV= 6,43 %, significativo ($p \leq 0,05$)		

Cuadro 6. Variación de la densidad aparente en las diferentes profundidades del perfil. Prueba de Duncan.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (Mg/m ³)	Variación entre profundidades (Mg/m ³)
0-10, P1	1,43 a	P1 -P2 = -0,08
10-20, P2	1,51 b	P1 -P2 = -0,14
20-30, P3	1,57 c	P1 -P4 = -0,17
30-40, P4	1,60 c	P2 -P3 = -0,06
		P2 -P4 = -0,09
CV= 6,43 %, significativo ($p \leq 0,05$)		

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

Para la interacción fecha de muestra x tipos de labranza no hay una tendencia definida. A los 30 días después de la siembra para las interacciones, los valores de densidad aparente dieron igual comportamiento estadístico, y cuando el cultivo

había alcanzado el 60 % de formación de espiga los menores valores de densidad aparente correspondieron a AVr, con 1,48 Mg/m³; siguiendo en orden de importancia ADr, BRr y ACr, con 1,52; 1,54 y 1,57 Mg/m³, respectivamente (Figura 3).

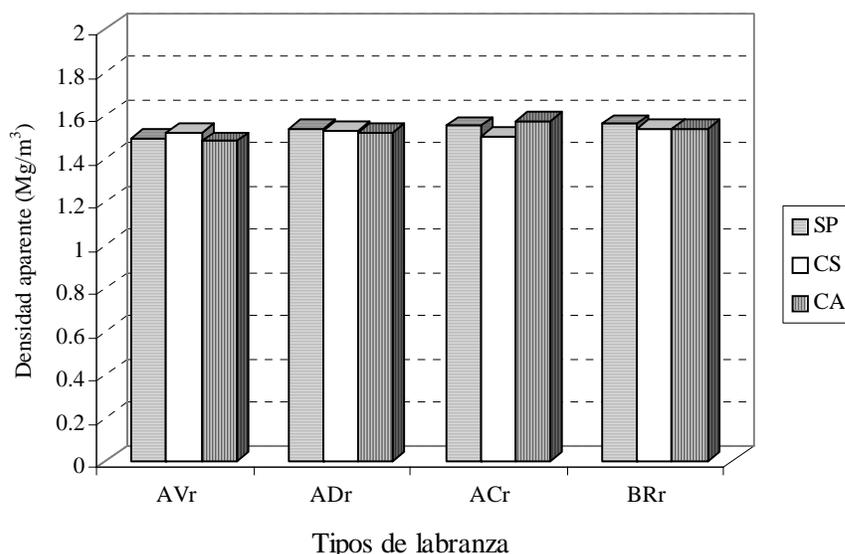


Figura 3. Distribución de la densidad aparente para la interacción labranza del suelo x fechas de muestreo.

Evaluaciones en el Cultivo

1) Densidad de masa radical.

Se encontró de acuerdo al análisis de varianza diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para los sistemas de siembra, profundidad de muestreo y las interacciones labranza x sistemas de siembra y labranza por profundidad de muestreo.

En cuanto a los resultados promedios de la densidad radical para los sistemas de siembra, la prueba de Duncan no detectó diferencias significativas entre ellas para cada tratamiento.

Para la profundidad de muestreo, se formaron cinco grupos según la prueba de Duncan (Cuadro 7). El primero correspondió a la profundidad de 0-7,7cm, con $2,70 \text{ mg/cm}^3$, seguido por las profundidades de 7,7-15,4; 15,4-23,1 y 23,1-30,8 cm, con 2,17; 1,88 y $1,27 \text{ mg/cm}^3$, respectivamente, que tuvieron comportamiento estadísticos diferentes. El último grupo estuvo formado por las profundidades de 30,8-38,5 y 38,5-46,2 cm, con 0,87 y $0,83 \text{ mg/cm}^3$, respectivamente.

Cuadro 7. Variación de la densidad de masa radical en las diferentes profundidades del perfil. Prueba de Duncan.

Profundidad (cm)	Valor promedio densidad de masa radical, (mg/cm^3)	Variación entre profundidades, (mg/cm^3)
0- 7,7, (P1)	2,70 a	P1-P2= 0,53
7,7-15,4, (P2)	2,17 b	P1-P3= 0,82
15,4-23,1, (P3)	1,88 c	P1-P4= 1,43
23,1-30,8, (P4)	1,27 d	P1-P5= 1,83
30,8-38,5, (P5)	0,87 e	P1-P6= 1,87
38,5-46,2 (P6)	0,83 e	

CV = 24,15%, significativo ($p \leq 0,05$)

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

Estos resultados de densidad de masa radical indican una disminución en profundidad, reflejándose sobre la misma el efecto encontrado para fracción de volumen de poros totales y densidad aparente dentro del perfil del suelo. Esta limitación a la penetración de las raíces en el suelo

determinó que en los primeros 30 cm de profundidad se concentrara el 82,5% de la masa radical del cultivo. Resultados similares fueron reportados por (Florentino, 1989; Cabrera, 1993; Marcano et al. 1993b y 1994; Ohep et al., 1994).

Las interacciones labranza x sistemas de siembra (Figura 4) y profundidad de muestreo x tipo de labranza (Figura 5) no mostraron ninguna tendencia definida en cuanto a tratamientos y sistemas de siembra; no obstante, en CS y CA, se encontraron los mejores resultados, a excepción de ADr x CA. Estos resultados confirman los beneficios del sistema de siembra en estructuras mejoradoras del drenaje superficial en estos suelos, independientemente del tipo de labranza para la

producción del cultivo de maíz. Resultados similares fueron encontrados por Marcano et al. (1993 b). En el segundo caso, a la profundidad de 0-7,7 cm se encontraron los mejores resultados de densidad de masa radical para todos los tratamientos de labranza. También puede observarse que en AVr y ADr hubo una mejor distribución de la densidad de masa radical en todo el perfil, mostrando con ello la necesidad de la disturbación de estos suelos para lograr un mayor desarrollo radical.

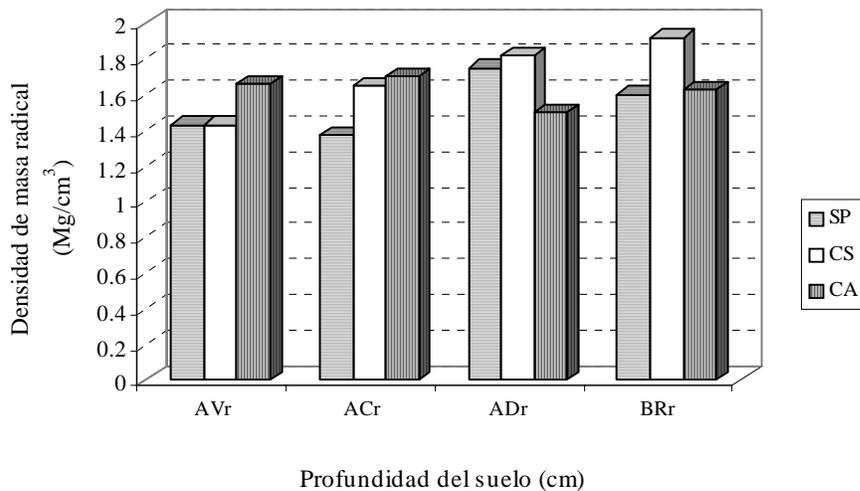


Figura 4. Distribución de la densidad de masa radical para la interacción tipos de labranza x sistemas de siembra

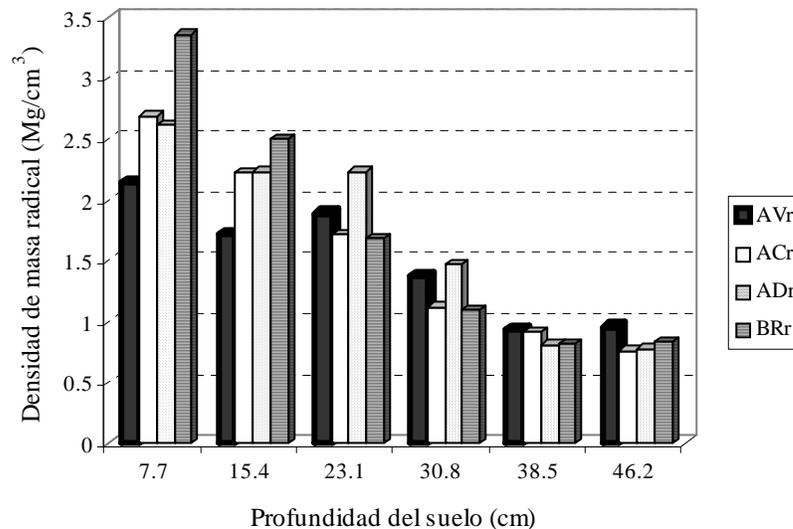


Figura 5. Distribución de la densidad de masa radical para la interacción profundidad del suelo x tipos de labranza

2) Rendimiento de grano seco al 12% de humedad.

Los resultados estadísticamente mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para labranza del suelo solamente.

Aplicando la prueba de Duncan, permitió la

Cuadro 8. Rendimientos promedios de grano seco al 12% de humedad para los diferentes tipos de labranza. Prueba de Duncan.

Tipo de Labranza	Rendimiento promedio (Mg/ha)	Variación entre tipos de labranza (Mg/ha)
Arado de vertedera más rastra, AVr	4,55 a	ACr-AVr = 0,01
Arado de cincel más rastra, ACr	4,56 a	ACr-ADr = 0,33
Arado de disco más rastra, ADr	4,23 a	ACr-BRr = 1,09
Rastra pesada más rastra, BRr	3,47 b	

CV = 14,84%, significativo ($p \leq 0,05$)

Los tratamientos con igual letra tienen comportamiento estadístico similar.

Esta repuesta del cultivo en rendimiento de grano seco al 12% de humedad, es un reflejo más de la gran necesidad que hay en estos suelos de su roturación con labranza profunda para mejorar sus condiciones físicas y con ello alcanzar una mejor productividad.

CONCLUSIONES

La labranza de estos suelos con equipos que permitan no sólo disturbarlo, sino penetrar a mayor profundidad que las rastras, mejoran sus condiciones físicas, reflejadas en su porosidad total y densidad aparente.

Igualmente, este efecto sobre las porosidad total y densidad aparente del suelo favorecen la penetración y desarrollo radical y con ello un aumento de la productividad del cultivo.

Por los resultados obtenidos en estos suelos, es necesario para la siembra del cultivo de maíz utilizar estructuras mejoradoras del drenaje superficial, de tal manera de lograr un mejor ambiente para el desarrollo de la planta.

LITERATURA CITADA

1. Ayres, K. W., R. G. Button y E. de Jong. 1972. Soil morphology and soil physical properties II. Mechanical impedance and moisture retention and movement. *Can J. Soil Sci.* 53: 9-19.
2. Braunnack, M. V. y J. E. Mcphee. 1991. The effect of initial soil water content and tillage

formación de dos grupos diferentes; uno constituido por AVr, ACr y ADr, con rendimientos promedios de 4,55, 4,56 y 4,23 Mg/ha, respectivamente, y el otro por BRr con 3,47 Mg/ha (Cuadro 8).

implement on seed bed formation. *Soil Till. Res.* 20:5-17.

3. Cabrera, S. R. 1993. Evaluación de diferentes métodos de labranza en el sistema de producción maíz-frijol en un suelo de Ospino en los Llanos Occidentales. Tesis de Postgrado en Manejo de los Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Guanare, Venezuela. 224 p.
4. Díaz, S. I. 1993. Efecto de los sistemas de labranza, abonos verdes y fertilización sobre propiedades físicas del suelo y el rendimiento del maíz. Tesis de Postgrado en Manejo de los Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Guanare, Venezuela. 131 p.
5. FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de Suelos de la FAO 66. INTA-FAO. 193 p.
6. Florentino de Andreu, A. 1989. Efecto de la compactación sobre las relaciones hídricas en suelos representativos de la Colonia Agrícola de Turén. Tesis Postgrado en Ciencia del Suelo, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay.
7. Hilfiker, G. I. de y Lowery, 1988. Effects of conservation tillage system on corn growth. *Soil and Tillage Res.* 12:269-283.

8. Hillel, D. 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press. N. Y.
9. Landínez, N. R. 1996. Labranza y sistemas de siembra en el maíz, su incidencia en características físicas y químicas de un Aquic Ustropepts. Tesis Postgrado en Manejo de los Recursos Agua y Suelo. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Guanare, Venezuela. 145 p.
10. Little, T. M. y F. J. Hills. 1984. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. México. Capítulo 12. pp. 125-143.
11. Marcano, F., C. Ohep y D. Francisco. 1993a. Efectos de la labranza sobre algunas variables físicas en un Oxic Haplustalfs del Yaracuy Medio bajo cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Venesuelos 1 (1):2-8.
12. Marcano, F., C. Narváez y H. Agreda. 1993b. Efecto de diferentes prácticas de labranza sobre el suelo y en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Bioagro 5(1-4):29-36.
13. Marcano, F., C. Ohep y D. Francisco. 1994. Efecto de la labranza y del nitrógeno en algunos componentes del rendimiento, macroporosidad del suelo, densidad radical y producción del maíz (*Zea mays* L.). Agronomía Tropical 44(1):5-22.
14. Ohep, C., F. Marcano y L. Rangel. 1994. Efecto de la labranza sobre algunas características físicas del suelo y la producción del maíz en el Yaracuy Medio. Bioagro 6(3):77-85.
15. Pla Sentis, I. 1983. Metodología para caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Alcance. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. N° 32. 91 p.
16. Páez, M. L. 1985. Evaluación de la erodabilidad relativa y de la eficiencia de índices de erodabilidad relativa en suelos agrícolas de Venezuela. Tesis de Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 137 p.
17. Sapozhnikov, P. M., V. F. Utkayeva, E. B. Skvortsova, V. N. Bgantsov y M. V. Sedor. 1985. Change in the hydrophysical properties and microstructure of soil - Podzolic soil during compaction. Sovietic Soil Sci. 17(6): 64-72.
18. Shafiq, M., A. Hassam y S. Ahmad. 1994. Soil physical properties as influenced by induced cpaction under laboratory and field conditions. Soil Till. Res. 29:13-32.
19. Taylor, H.M. 1974. Root behavior as affected by structure and strength. In: E.W. Carson (ed.) Plant Root and Its Enviroment. Charlottes Ville University Press. Virginia. pp. 271-291.
20. Unger, P. W., O. R. Jones y K. B. Laryea. 1995. Sistemas de labranza y prácticas de manejo de suelos para diferentes condiciones de tierras y climas. Memoria de la Segunda Reunión Bianual de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. FONAIAP, FAO, ISSS-AISS-IBG, UNELLEZ, RELACO. Guanare-Acarigua, Portuguesa, Venezuela. pp. 82-117.
21. Wambeke, A. V. 1992. Soil of the tropics. Properties and Appraisal. McGraw- Hill, N.Y. 343 p.