

# EFFECTO DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DEL GIRASOL (*Helianthus annuus L*)\*

Effects of tillage systems on soil physical proprieties in sunflower (*Helianthus annuus L*)

Jesús M. Peña B.<sup>1</sup>

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron tres métodos de labranza: arado de cincel más tres pases de rastra (**AC+3R**), tres pases de rastra de discos (**3R**), labranza mínima mediante un pase de rastra liviana y siembra (**LM**) en las parcelas principales. El uso o no de cultivadora (**CC** y **SC**) en las subparcelas. El experimento se realizó en la Colonia Agrícola de Turén, estado Portuguesa, Venezuela durante el período seco del año 1993 en un suelo Fluvaquentic Ustropepts franco limoso. Fue sembrado el híbrido de girasol M734. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en franjas. Se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos de labranza para rendimiento en grano de girasol. Los rendimientos en grano seco fueron de 1648 kg/ha en LM, 1514 kg/ha en 3R y 1151 kg/ha en **AC + 3R**. Se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre usar o no cultivadora para rendimiento en grano. Los sistemas de labranza convencional (**LC**) y el uso de la cultivadora (**CC**) ocasionaron deterioro en las propiedades del suelo: densidad aparente, resistencia mecánica, porosidad, conductividad hidráulica y humedad del suelo. Se encontraron valores de correlación de 0,33 y 0,36 entre la densidad aparente y macroporosidad a los 20 cm., de profundidad y de -0,43 y -0,51 entre la resistencia mecánica y la densidad aparente a 10 cm, de profundidad. Los coeficientes de regresión para predecir rendimiento en grano fueron 0,72; 0,81 y 0,84 para diámetro de capítulo, resistencia mecánica a 10 cm. y macroporosidad.

**Palabras clave:** *Helianthus annuus L*, métodos de labranza, propiedades físicas del suelo, sostenibilidad, Venezuela.

## ABSTRACT

Sunflower (*Helianthus annuus L*) is a suitable rotation crop with maize in Western Venezuelan plains. Chisel plow with three disk harrows (**AC+3R**), disk Harrows (**3R**) a minimum tillage with direct sowing (**LM**) were assigned to main plot.

---

(\*) Recibido: 11-02-2004

Aprobado: 06-12-2005

<sup>(1)</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Araure, Portuguesa, Venezuela. Programa de Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3310, Portuguesa, Venezuela. E-mail: jespebar @ cantv.net.

Spring cultivator (**CC** y **SC**) was assigned to split-plots. The experiment was laid on a Fluvuquentic Ustropepts soil in the Colonia Agrícola de Turén Portuguesa State Venezuela. The Hybrid evaluated was M734. Results indicated significant differences at 5% level of probability in tillage systems for yields. Grain yields were: 1,648 Mg/ha en **LM**, 1,514 Mg/ha en **3R** y 1,151 Mg/ha en **AC + 3R**. Tillage with spring cultivator resulted in significant differences at 5% level of probability for yields. In Tillage with spring, Mechanical cultivator (**CC**) the soil water content decreed and soil physical properties were deteriorate. Tillage Systems Deteriorated bulk density, porosity resistance, hydraulic conductivity and soil water content. Correlation coefficients in soil properties were determined and a predictive equation for grain yields *Helianthus annuus L.*

**Key words:** *Helianthus annuus L.*, tillage systems, soil physic properties, sustainability, agricultural rotation system, Venezuela

---

## INTRODUCCIÓN

En la región de los llanos occidentales de Venezuela destacan problemas de degradación de suelos causados por agentes naturales y por la intervención humana, los cuales ocasionan baja productividad en los cultivos. Entre ellos sellado, compactación, alteración de la porosidad, excesiva escorrentía, desarrollo inadecuado de raíces, bajo almacenamiento de agua (Nacci y Pla 1991, Cabrera *et al.* 1990, Florentino 1989, Lugo 1989, Peña *et al.* 1998). El cultivo del girasol (*Helianthus annuus L.*) con raíces pivotantes es un cultivo beneficioso por su extracción de nutrimentos de capas subsuperficiales del suelo que ayuda en el reciclaje de nutrimentos. Sus raíces pueden recuperar propiedades físicas del suelo (Landers 1984, Culley *et al.* 1987, Lugo 1989, Creeswell *et al.* 1991, IICA-Proctrópicos 1996, Mora y Mogollón

1990). Opara y Lal (1983) demostraron las ventajas de sistemas de labranza mínima sobre las propiedades físicas del suelo. Cabrera *et al.* (1990) encontraron diferentes respuestas de efectos sobre las propiedades físicas para suelos de los estados Portuguesa y Yaracuy. Herridge y Holland (1992) reportaron efectos significativos de la labranza mínima sobre los rendimientos en grano de girasol. Manichon (1987). Deibert y Utter (1989) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre labranzas y rendimiento en grano de girasol.

En los estados Portuguesa, Barinas y Cojedes se ha cultivado el girasol en el período seco. El cultivo del girasol es una de las alternativas viables en la rotación con maíz. Entre los factores que pueden mejorar la productividad, recuperar suelos y disminuir costos de esta rotación, está la disminución de pases de rastra

mediante aplicación de sistemas de labranza mínima.

En el presente artículo se presentan resultados sobre los efectos de tres sistemas de labranzas : labranza mínima (LM), labranza vertical con arado de cincel y pases de rastra (AC) y labranza convencional (3R) sobre las propiedades del suelo en el cultivo del girasol en suelos inceptisoles de la Colonia Agrícola de Turén, representativos de los llanos occidentales de Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en la parcela 242 de la carretera V en la Colonia Agrícola de Turén, estado Portuguesa, ubicada entre las Coordenadas 9°17' latitud norte y 69° 05' longitud oeste Los suelos son clasificados como Fluvaquentic Ustropepts franco limosa, mixta, isohi-pertérmica (Florentino 1989).

El diseño experimental fue de parcelas divididas en franjas utilizando un arreglo factorial. El factor labranza se analizó a tres niveles: arado de cincel más tres pases de rastra (AC+3R), tres pases de rastra de discos (3R), labranza mínima mediante un pase de rastra liviana y siembra (LM) en las parcelas principales y el uso o no de cultivadora (CC y SC) en las subparcelas.

Parcela Principal:

AC+3R=LV=arado de cincel más tres pases de rastra

3R=LC=tres pases de rastra  
LM=labranza mínima mediante aplicación de 2 l/ha de Glifosato (0.96 Kg de Ingrediente activo por ha).

Subparcelas:

CC =roturación del suelo con cultivadora, cuando el girasol tenía 22 cm de altura a una profundidad de roturación de 10 cm.

SC =no roturar el suelo después de la siembra del girasol.

El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico SAS. También se empleó el paquete estadístico IRRISTAT.

El cultivar seleccionado fue el híbrido M-734 y el período de siembra fue la época seca del año 1993.

Se utilizaron los criterios de fertilización, aplicación de herbicidas y control de plagas y enfermedades para una agricultura de altos insumos tomando en cuenta las referencias bibliográficas sobre paquetes tecnológicos existentes (FONAIAP 1990, FUNDESOL 1987, Mancilla 1989, Mancilla 1990).

VARIABLES EVALUADAS:

1. Variables del cultivo: diámetro del capítulo, rendimiento en grano.
2. Propiedades físicas del suelo: humedad, densidad aparente, porosidad total, macro-porosidad, microporosidad, conductividad hidráulica, resis-

tencia mecánica. Las muestras fueron tomadas y procesadas siguiendo la metodología de Nacci y Pla (1991) El procesamiento de las muestras fue realizado en el Laboratorio de Física de Suelos del Postgrado de Ciencias del Suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo

#### Densidad aparente

Al labrar el suelo la densidad aparente bajó desde 1,65 Mg/m<sup>3</sup> hasta valores que oscilaron entre 1,51 y 1,53 Mg/m<sup>3</sup>, lo cual confirma los resultados en trabajos de investigación realizados de que los métodos de labranza ocasionan cambio en la densidad aparente. (Lugo (1989), Florentino (1989), Rangel *et al.* (1974), Cresswell *et al.* (1991), Peña *et al.* (1998).

En la Figura 1 se muestran resultados de la interacción entre los sistemas de labranza evaluados, la profundidad del suelo y la densidad aparente a los treinta días después de la siembra (30 dds). No fueron encontradas diferencias significativas entre los sistemas de labranza evaluados y la densidad aparente para las profundidades de 0 a 50 cm a los 30 días después de la siembra.

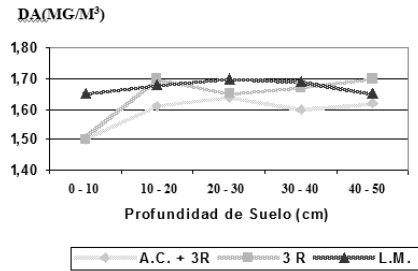


Figura 1. Efecto de sistemas de labranza sobre la densidad aparente a diferentes profundidades de suelo (30 dds).

El piso de rastra osciló entre 10 y 20 cm y los valores de densidad aparente fueron de 1,68 Mg/m<sup>3</sup>; mientras que el piso de arado de cincel se observó a una profundidad entre 40 y 50 cm con valores de densidad aparente de 1,69 Mg/m<sup>3</sup>. lo cual sugiere que el arado de cincel (labranza vertical=LV) también causa compactación, pero a una mayor profundidad en comparación con la rastra de discos (LC). Florentino (1989) en un suelo de características similares en el cultivo de ajonjolí obtuvo valores de densidad aparente de 1,42 Mg/m<sup>3</sup>.

Las densidades aparentes evaluadas a los 30 dds oscilaron entre 1,53 y 1,72 Mg/m<sup>3</sup>, las cuales se consideran altas. Ello indica el deterioro como consecuencia de una mayor intensidad de mecanización. Estos resultados coincidieron con Culley *et al.* (1987), Cresswell *et al.* (1991), Florentino (1989), Mora y Mogollón (1990), Costa *et al.* (1987) quienes han evidenciado el deterioro por compactación evaluada mediante el incremento de la densidad aparente.

**Porosidad**

El porcentaje de macroporos (poros con radio equivalente (re) mayor de 15µ m) a los 30 días después de la siembra (dds) a las profundidades entre 0 y 30 cm en LM variaron entre 9,10 % y 9,30 % (Fig. 2). En LV y en LC se observó un mayor porcentaje de macroporos cuando fueron evaluadas a los 30 dds y para los primeros 10 cm de profundidad del suelo. El uso de equipos de labranza incrementó la macroporosidad en 5% y se logró una mayor desagregación del suelo. Los resultados coincidieron con Lugo (1989) y Peña *et al.* (1998) quienes encontraron que el efecto inmediato de la labranza es el incremento de la porosidad del suelo.

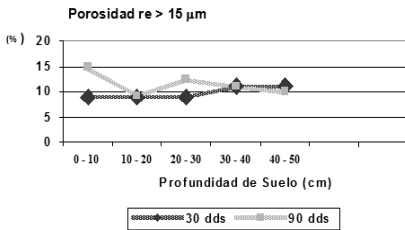


Figura 2. Efecto de la labranza y cultivadora, sobre la porosidad re > 15 µm, a 30 y 90 días después de la siembra.

Sin embargo, 90 días después de la siembra no hubo diferencias significativas entre los macroporos y los sistemas de labranza evaluados. Esto podría deberse a procesos de consolidación del suelo en el tiempo, así como también al efecto de raíces y actividad biológica del suelo en los tratamientos de mínima labranza. Chaudhary *et al.* (1985) señalaron que en suelos labrados debido a mayor

rigidez y al desplazamiento de partículas a través de poros de mayor tamaño, ocurren cambios en la porosidad y la resistencia mecánica.

El uso de la cultivadora incrementó la porosidad en los primeros 10 cm del suelo. Fueron encontradas diferencias significativas (P < 0,05) en los tratamientos evaluados. Mientras que para la profundidad entre 10 y 20 cm, la cultivadora disminuyó la macroporosidad compactando el suelo hasta un valor de 12,80 % de macroporos en tratamientos no cultivados y 10,10% de macroporos en el tratamiento con cultivadora. Para las profundidades mayores a 20 cm no se encontraron diferencias (P < 0,05) entre porosidad y uso de cultivadora. La cultivadora produjo efectos negativos de compactación a los 10 cm y aumentó los macroporos en los primeros 10 cm del suelo. Muchos agricultores de Turén utilizan la cultivadora en la creencia de que “saca agua del suelo” o rompe la capilaridad entre 10 y 20 cm. Sin embargo, se infiere de este estudio que los mejores resultados se lograron cuando no se utilizó dicho implemento (Figs. 3, 4,5, 6 y 7).

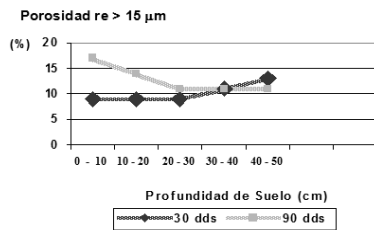


Figura 3. Efecto de la labranza mínima sin cultivar sobre la porosidad re > 15 µm, a 30 y 90 días después de la siembra.

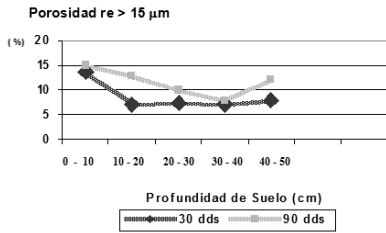


Figura 4. Efecto del arado de cincel más tres pases de rastra sin cultivar, sobre la porosidad  $re > 15 \mu m$ , a 30 y 90 días después de la siembra.

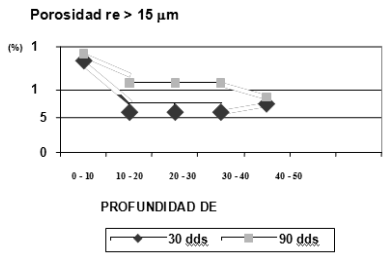


Figura 5. Efecto del arado de cincel más tres pases de rastra y cultivadora, sobre la porosidad  $re > 15 \mu m$ , a 30 y 90 días después de la siembra.

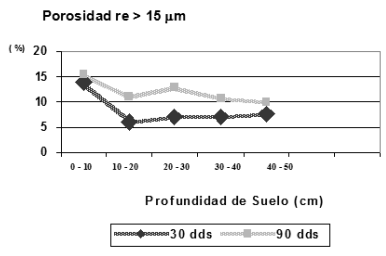


Figura 6. Efecto de tres pases de rastra sin cultivar, sobre la porosidad  $re > 15 \mu m$ , a 30 y 90 días después de la siembra.

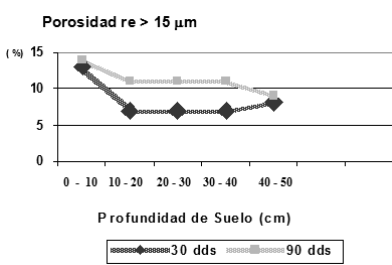


Figura 7. Efecto de tres pases de rastra y cultivadora sobre la porosidad  $re > 15 \mu m$ , a 30 y 90 días después de la siembra.

### Conductividad hidráulica

Mediante el tratamiento LV se incrementó la conductividad hidráulica a los 30 días después de la siembra en los primeros 30 cm de suelo en relación con el tratamiento LM (Fig. 8).

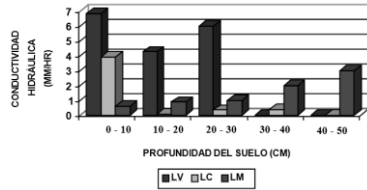


Figura 8. Efecto de sistemas de labranza sin cultivar, sobre la conductividad hidráulica saturada, 30 días después de la siembra.

En la capa compactada por la rastra (LC) se determinó que la conductividad hidráulica fue de 0,6 mm/hr. Florentino (1989) obtuvo un valor de 0,8 mm/hr en suelos inceptisoles de Turén, Culley *et al.* (1987) determinaron un valor de 16,2 mm/hr en suelos Mollisoles en USA.

A los 90 dds en LM mejoró la conductividad en relación con los tratamientos LV y LC en el estrato entre 0 y 10 cm (Fig. 9).

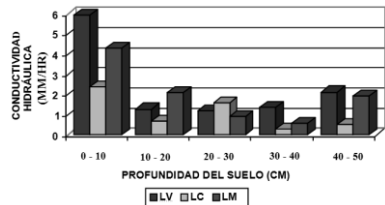


Figura 9. Efecto de sistemas de labranza sin cultivar, sobre la conductividad hidráulica saturada, 90 días después de la siembra

### Resistencia mecánica

La resistencia mecánica antes de la labranza fue 1,12 MPa . Cuando

se labró el suelo con LV bajó a 0,05 MPa y con LC a 0,06 MPa (Fig. 10).

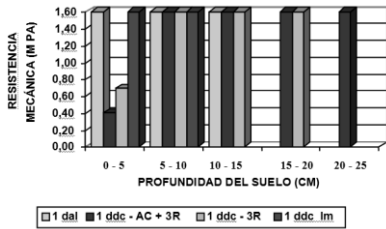


Figura 10. Efecto de sistemas de labranza sobre la resistencia mecánica.

Para la profundidad de suelo entre 5 y 10 cm los valores de resistencia mecánica fueron 0,195 MPa en LV y 0,26 MPa en LC. Los resultados fueron similares a los obtenidos por Culley *et al.* (1987) quienes encontraron en suelos franco arcillosos valores de resistencia mecánica de 1,20 MPa a profundidad del suelo entre 5 y 10 cm y El Araby *et al.* (1987) de 1,50 MPa.

Los valores de resistencia mecánica a los 10 días después de la cosecha (10 ddc) (Fig. 11) mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos tanto de labranza como de uso de cultivadora. Los valores fueron de 0,5 MPa para LV, 0,60 MPa para LC y 1,1 MPa para LM. La cultivadora disminuyó los valores de resistencia mecánica a 0,46, 0,61 y 1,09 MPa para LV, LC y LM, respectivamente. Sin embargo, estuvieron por debajo de los valores críticos. Chaudhary *et al.* (1985) señalaron entre las causas del aumento de la resistencia mecánica en suelos labrados la mayor rigidez del

suelo y el desplazamiento de partículas a través de poros de mayor tamaño.

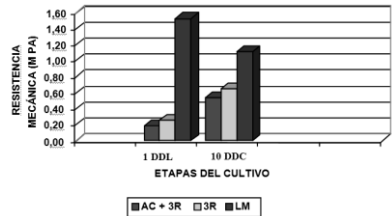


Figura 11. Efecto de sistemas de labranza sobre la resistencia mecánica.

### Humedad del suelo

Los contenidos de humedad en el suelo a los ocho días después de la siembra fueron 48 % (LV), 42 % (LC) y 47 % (LM). A los quince días después de la siembra se obtuvieron valores de 21,20 % y 22 % para LV y LC respectivamente. Sin embargo en LM mantuvo mayor humedad en el suelo (31,60 %). Es decir que durante los primeros quince días que son críticos para el cultivo de girasol, se mantiene suficiente humedad en el tratamiento de LM lo cual garantizó la germinación y crecimiento de éste (Fig. 12).

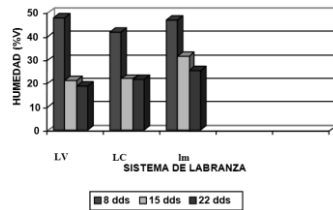


Figura 12. Relación entre el contenido de humedad del suelo y sistemas de labranza. Profundidad del suelo 0 - 10 cm.

En la Tabla 1 se muestran los valores de humedad a los 15, 22, 51 y

85 días después de la siembra para las profundidades de suelo entre 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm. Para la profundidad entre 0 y 10 cm en el tratamiento LV el porcentaje de humedad en el suelo fue 10,80 % a los 85 días y se perdió mayor humedad del suelo. En LM y LC la humedad se mantuvo en 16,30 y 16,70 % respectivamente. En el tratamiento LM ocurrieron menores pérdidas de humedad entre 22 y 51 días después de la siembra. La humedad del suelo determinó respuestas positivas en rendimiento de granos de girasol. Tales resultados coincidieron con Valdivia (1986), Cox y Joliff (1986), Fonaip (1990).

**Tabla 1. Relación entre contenido de humedad del suelo (%V), profundidad del suelo, fecha de muestreo y labranza.**

Tratamientos de labranza	dds*	Profundidad				
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
		Contenido de humedad				
Arado de cincel más rastra	15	21,20	26,00	29,80	29,00	25,40
	22	18,80	26,00	23,90	29,00	26,80
	51	14,20	21,60	25,40	23,50	19,20
	85	10,80	16,20	18,70	19,30	18,40
Tres pases de rastra	15	22,00	30,00	31,10	30,80	28,10
	22	21,70	27,30	27,00	26,80	31,40
	51	18,10	21,80	28,50	21,80	22,80
	85	16,70	19,80	19,70	18,60	18,00
Labranza mínima	15	31,60	30,70	29,70	31,90	29,60
	22	25,40	27,20	28,20	27,10	25,70
	51	24,20	24,30	27,90	26,50	24,00
	85	16,30	20,50	22,40	22,70	18,80

\*dds = días después de siembra

En la Tabla 2 se muestra que al utilizar la cultivadora disminuyó el contenido de humedad en el suelo debido a la desagregación producida por este implemento. Esto ratifica el efecto negativo que puede tener el pase de la cultivadora en el deterioro de suelo por pérdidas de humedad.

## Relación entre variables físicas del suelo

Los valores de correlación entre las propiedades físicas del suelo a las diferentes profundidades evaluadas se muestran en la Tabla 3. Se encontraron valores de correlación de 0,33 y 0,36 entre la densidad aparente a los 20 cm y la macroporosidad entre 20 y 30 cm. La resistencia mecánica y la conductividad hidráulica mostraron correlaciones de - 0,43 y - 0,51 respectivamente en relación con la densidad aparente en los primeros 10 cm del suelo.

**Tabla 2. Relación entre contenido de humedad del suelo (%V), profundidad del suelo y uso de cultivadora.**

Tratamiento	D.D.S.(*)	Contenido de humedad del suelo (%V)	
		Profundidad del suelo (cm)	
		0 - 10	10 - 20
Arado de cincel más tres pases de rastra SC	15	20	24
	22	19	27
	51	16	21
Arado de cincel más tres pases de rastra CC	15	22	22
	22	17	25
	51	12	21
Tres pases de rastra SC	15	22	30
	22	21	25
	51	20	19
Tres pases de rastra CC	15	22	29
	22	22	28
	51	16	23
Labranza mínima SC	15	31	30
	22	24	35
	51	25	26
Labranza mínima CC	15	31	30
	22	26	28
	51	21	22

(\*) DDS = días después de la siembra SC = sin cultivar CC = cultivado

## Rendimiento del cultivo de girasol

### Diámetro de capítulo

Fueron encontradas diferencias significativas entre los niveles de



**Tabla 3. Matriz de correlación de variables de suelo a 90 DDS.**

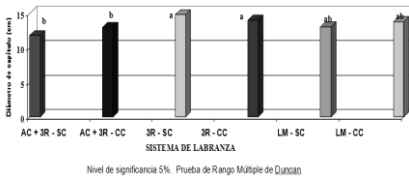
	DA10	DA20	DA30	MR10	MR20	MR30	MP10	MP20	MP30	RM10	CH20	CH30
DA10	---	-0,03	0,08	0,18	-0,24	0,20	0,21	0,18	0,17	-0,43	-0,51	0,006
DA20	-0,03	---	0,18	0,08	0,36	0,33	0,22	0,57	0,17	-0,24	-0,03	-0,38
DA30	0,00	0,18	---	-0,19	0,14	0,33	-0,32	0,14	0,44	0,43	-0,31	-0,09
MR10	0,18	0,08	-0,19	---	0,16	-0,02	0,04	-0,24	-0,34	0,01	-0,15	-0,11
MR20	-0,24	0,36	0,14	0,16	---	0,42	-0,30	0,15	-0,23	0,22	0,10	-0,10
MR30	0,20	0,33	0,33	-0,02	0,42	---	-0,19	0,40	0,47	0,15	0,02	0,17
MP10	0,22	0,22	-0,32	0,04	-0,30	-0,19	---	0,59	0,40	-0,40	0,01	0,04
MP20	0,18	0,57	0,14	-0,24	0,15	0,40	0,59	---	0,58	-0,15	-0,15	-0,10
MP30	0,17	0,17	0,44	-0,34	-0,23	0,47	0,40	0,58	---	0,06	-0,26	-0,04
RM10	-0,43	-0,24	0,43	0,01	0,02	0,15	-0,40	-0,15	0,06	---	0,20	0,09
CH10	-0,51	-0,03	-0,31	-0,15	0,10	0,02	0,01	-0,15	-0,26	0,20	---	0,12
CH20	-0,006	-0,38	-0,09	-0,11	-0,10	0,17	0,04	-0,10	-0,04	0,09	0,12	---

DA = DENSIDAD APARENTE  
 MR = MACROPOROS  
 MP = MICROPOROS EVALUADAS 10 - 20 - 30 CM  
 RM = RESISTENCIA MECÁNICA DE PROFUNDIDAD DE SUELO  
 CH = conductividad hidráulica  
 DDS = días después de la siembra

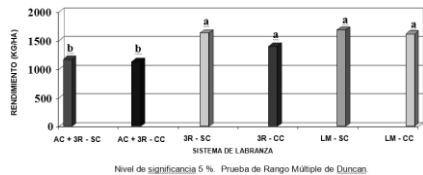
labranza y el diámetro de capítulo (Fig. 13). Los valores más bajos del diámetro de capítulos se obtuvieron usando arado de cincel más tres pases de rastra (AC+ 3R).

**Rendimiento en grano**

Se encontraron diferencias (P< 0,05) entre los tratamientos de labranza y el rendimiento en grano seco al 10 % de humedad. Los rendimientos más bajos se registraron cuando se utilizó el arado de cincel más tres pases de rastra, debido fundamentalmente al menor contenido de humedad en el suelo. En los tratamientos de labranza mínima (LM) y labranza convencional (3R) se obtuvieron los mayores rendimientos en grano y se determinaron rendimientos similares entre éstos dos tratamientos (Fig. 14).



**Figura 13. Efecto de sistemas de labranza sobre diámetro de capítulo, 90 DDS. Cultivo de girasol.**



**Figura 14. Efecto de sistemas de labranza sobre el rendimiento del cultivo de girasol.**

No se encontraron diferencias estadísticas entre los rendimientos en grano de girasol y la utilización o no de cultivadora. Estos resultados reflejan la ventaja de utilización de métodos de labranza mínima en el cultivo del girasol, en comparación con métodos tradicionales de labranza y del pase de arado o cultivadora. Los valores de rendimiento en grano seco de girasol al 10 % de humedad fueron: 1648 kg/ha en labranza mínima, 1514 kg/ha cuando se utilizaron tres pases de rastra y 1151 kg/ha cuando se aró con cincel y se dieron tres pases de rastra de discos.

**Ecuaciones de regresión entre variables del suelo y planta del girasol**

A continuación se indican las mejores ecuaciones predictivas de

rendimiento en grano del cultivo del girasol. En relación con la predicción de rendimiento en grano y características de la planta, la mejor ecuación encontrada está relacionada con el diámetro del capítulo (DC). Las variables de suelo para predicción de rendimiento, fueron la resistencia mecánica y el porcentaje de microporos a los 10 cm los mejores indicadores.

$Y = 114,7 + 539,09 \text{ DC}$	$(R^2 = 0,72)$
$Y = -1,63 + 519,19$ (RM10)	$(R^2 = 0,81)$
$Y = -681,4 + 427,03$ (RM10) - 16,57 (MIC10)	$(R^2 = 0,84)$

Y = Rendimiento en grano  
DC = Diámetro de capítulo de girasol  
RM10 = Resistencia mecánica 0 - 10 cm.  
MIC10 = Microporos 0 - 10 cm.

## CONCLUSIONES

Mediante la utilización de los implementos de labranza, arado de cincel, rastra de discos y cultivadora, se produjeron daños a las propiedades del suelo especialmente densidad aparente, macroporosidad, microporosidad, conductividad hidráulica y resistencia mecánica. Los suelos evaluados han experimentado deterioro en las propiedades físicas lo cual confirma que los sistemas de labranza afectan dichas propiedades.

El sistema de labranza mínima en el cultivo del girasol, representó ventajas respecto a los sistemas de labranza mediante arado de cincel (LV) y mediante tres pases de rastra de discos (LC). Con el tratamiento de labranza mínima se lograron los más

altos porcentajes de agua almacenada en el suelo, disminuyó la conductividad hidráulica y se mantuvieron los valores de resistencia mecánica.

El laboreo al cual fue sometido el suelo, mediante el uso de arado de cincel más tres pases de rastra propició menor almacenamiento de agua en el suelo, compactación a los 40 cm de profundidad y disminución de la conductividad hidráulica.

Mediante el laboreo con tres pases de rastra de discos fue incrementada la densidad aparente en estrato entre 10 y 20 cm, y disminuyó la conductividad hidráulica.

El laboreo con cultivadora a los 25 días después de la siembra incrementó la porosidad de aireación a los primeros 10 cm del suelo.

El uso de la cultivadora incrementó la densidad aparente y disminuyó la porosidad de aireación en la profundidad de suelo entre 10 y 20 cm. y produjo piso de implemento a dicha profundidad.

Con el sistema de labranza mínima se obtuvo mejor productividad, debido a menor deterioro del suelo y mayores rendimientos en grano.

El uso de la cultivadora no incrementó del rendimiento en grano del cultivo del girasol, debido a que propició un menor contenido de agua almacenada en el suelo y los

rendimientos en grano fueron menores en comparación a cuando no se utilizó la cultivadora.

## REFERENCIAS

- Cabrera, S., Oropeza, M., Pérez, A y Morillo, F. 1990. Evaluación de prácticas de labranza en suelos representativos del estado Portuguesa. In Memorias XIV Reunión de maiceros de la Zona Andina. FONAIAP-CIMMYT. Maracay. p.20.
- Costa, R., Fernández, B. e Carvalho, T. 1987. Densidade aparente, porosidade total e distribuicao dos poros de un latossolo roxo con diferentes métodos de preparo e manejo dos restos culturais do milho. *Ceres* 34 (196): 569-577.
- Cox, W. J. and Jolliff, G. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. *Agron. J.* 78: 226-230.
- Cresswell, H., Painter, D. J. and Cameron, K. C. 1991. Tillage and water content or surface soil physical properties. *Soil and Tillage Research* 21(1991): 67-83.
- Culley, J. L., Larson, W. E. and Randall, W. 1987. Physical properties of a typic haplaquoll under conventional and no tillage. *Soil Sci. Soc. Am. Journal.* 51:1587-1593.
- Chaudhary, M. R., Gasri, O. E., Prihar, S. S. and Khera, R. 1985. Effect of deep tillage on soil physical properties and maize yields on coarse textured soil. *Soil and Tillage Research* 6(1985): 31-44.
- Deibert, E. and Utter, R. 1989. Sunflower growth and nutrient uptake: response to tillage systems, hybrid maturity and weed control method. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:133-138.
- El Araby, A., Haddad, Z. and Anzary, M. 1987. Sub soiling in some heavy clay soil of Egypt. *Soil and Tillage Research* 9 (1987):58-67.
- Florentino, A. 1989. Efecto de la compactación sobre las relaciones hídricas en suelos representativos de la Colonia Agrícola de Turén. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. 175 pp.
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). 1990. Taller de análisis de la tecnología sobre el cultivo de girasol en el estado Barinas. Memorias. Compilado por L. Velásquez, A. Díaz, C. Rincón, H. Fernández, N.

- Gómez y N. Díaz. Maracay – Venezuela. 166 pp.
- Fundación para el desarrollo del ajonjolí (FUNDESOL). 1987. In Memorias Taller sobre problemática de las oleaginosas anuales en Venezuela. Maracay – Venezuela. p 96.
- Herridge, D. F. and Holland, T. S. 1992. Production of summer crops in northern New South Wales. I. Effects of tillage and double cropping on growth, grain and N yields of six crops. *Australian Journal* 43: 105-122.
- Instituto de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias IICA. PROCITROPICOS. 1996. Curso de pesquisa en sistemas de producción sustentaveis para as savanas. Goiania. Go. Brasil. 111 pp.
- Landers, J. 1984. Fascículo de experiencias de plantío directo no cerrado. APPC. Goiania. Go. Brasil. 261 pp.
- Lugo, J. 1989. Efectos de la labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo y su incidencia en el comportamiento del cultivo del maíz. Tesis Maestría UCV, Maracay – Venezuela. 152 pp.
- Mancilla, L. 1989. El Girasol. Estudio agronómico. Edit. Acrive. Caracas. 62 pp.
- Mancilla, L. 1990. Investigación experimental y comercial del girasol en la región de los Llanos Occidentales. Análisis de la tecnología sobre el cultivo del girasol en el estado Barinas. FONAIAP. Barinas – Venezuela. pp. 94-98.
- Manichon, H. 1987. Evaluación del efecto de sistemas de labranza sobre las condiciones físicas del suelo en el cultivo de girasol y sorgo en suelos de la Mesa de Guanipa. Mim. Proyecto Consultoría PRODETEC. FONAIAP. Venezuela. 35 pp.
- Mora, O. y Mogollón, U. 1990. Resultados preliminares de las actividades de labranza en el cultivo de maíz realizadas en el valle medio de Yaracuy. In Memoria XIV Reunión de Maiceros de la Zona Andina. FONAIAP-CUMMYT. Maracay – Venezuela. 30 p. (tiene numeración irregular) solamente este trabajo aparece numerado e irregularmente.
- Nacci, S. y Pla, I. 1991. Técnicas y equipos desarrollados en el país para evaluar propiedades físicas de los suelos. FONAIAP. Serie B. N° 17. Maracay – Venezuela. 22 pp.
- Opara, O. A. and Lal. R. 1983. Effects of tillage methods on hydrological properties of a

- tropical alfisol. Mitteilungen der Deutschen Boden Kun Dlichen Gasell Schaft (1983) : 38: 119–124.
- Peña, J. Gómez, P. y Carrillo, F. 1998. Efectos de tres métodos de labranza conservacionista sobre algunas propiedades físicas del suelo en el cultivo de maíz. In Memorias IV Jornada Científica Nacional del Maíz. Guanare – Venezuela. p 35.
- Rangel, P., Gil, F. y Dávila, R. 1974. Evaluación de algunas propiedades del suelo afectadas por sistemas de labranza. III Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Resúmenes. Mérida - Venezuela. pp. 192-207.
- Valdivia, V. A. 1986. El Cultivo de la maravilla. Rev. El Campesino. Agosto, 1986. Santiago de Chile. pp. 54-69.