

EFFECTO DE LA LABRANZA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL (*Vigna unguiculata* L. Walp) EN EL YARACUY MEDIO

Carlos Ohep^{*}, Felipe Marcano^{*} y Orlando Sivira^{**}

RESUMEN

Para evaluar los efectos que ocasionan diferentes métodos de labranza (no labranza, subsolado sin rastra, subsolado con rastra y rastra solamente) sobre algunas propiedades físicas del suelo (densidad aparente, porosidad y resistencia a la penetración) y el desarrollo del cultivo del frijol (peso seco, densidad radical y rendimiento), se condujo un experimento bajo un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones en la zona de Camunare, estado Yaracuy. Los mejores resultados se lograron con los tres primeros tratamientos, los cuales mostraron cambios beneficiosos en las condiciones físicas del suelo así como en las variables del cultivo. El tratamiento de sólo rastra produjo los resultados menos favorables en todas las variables evaluadas, debido al deterioro que causó a las propiedades del suelo, lo cual afectó negativamente el desarrollo y producción del cultivo.

Palabras claves adicionales: Subsolado, rastreo, densidad aparente, densidad radical.

ABSTRACT

Effects of four tillage methods on soil properties and yield of bean (*Vigna unguiculata* L. Walp) in Yaracuy state, Venezuela

In order to evaluate the changes that different tillage methods (no tillage, only chisel plow, chisel plow and harrow, and only harrowing) produce on some soil properties (bulk density, porosity, and penetration resistance) and on growth of field beans (dry weight, root density, and yield) a trial was conducted in Camunare, Yaracuy state, using a randomized complete block design with four replications. The best results were achieved with the first three treatments, which showed beneficial changes in the soil physical condition and adequate response of the crop. The use of only harrowing introduced the less beneficial results due to deterioration of the soil physical properties, which negatively affected the growth and yield of the crop.

Additional key words: Chisel plowing, harrowing, bulk density, root density.

INTRODUCCIÓN

En la zona de Camunare, estado Yaracuy, las prácticas de labranza convencional para preparar la cama para la siembra del maíz y el frijol se realizan de manera tradicional, utilizando sólo labranza secundaria (rastreo). De acuerdo con diversos autores (Hughes, 1980; Pla, 1983; Ohep y Marcano, 1990) este método de preparación de suelos causa un efecto negativo sobre las condiciones físicas del suelo, ya que produce compactación,

pérdida de estructura incrementa la resistencia a la penetración radical, dificultando así la permeabilidad al agua, aire y flujo de calor, además de aumentar los problemas de erosión hídrica al permitir incrementos en el escurrimiento del agua, con la consecuente pérdida de sedimentos y baja capacidad de almacenamiento de humedad.

El frijol, como cultivo de rotación posee condiciones para adaptarse al ciclo de verano, con poca humedad disponible, así como a valores altos en temperatura, dándole ventajas

Recibido: Noviembre 9, 1998

Trabajo financiado por el CDCHT de la UCLA.

* Profesor. Dpto. de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA.

** Profesor. Dpto. de Ing. Agrícola. Decanato de Agronomía, UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela.

sobre otras leguminosas, como la soya y la caraota, lo que le permite un buen desarrollo en las condiciones climáticas de la zona (Avilán, 1968). Asimismo, es de gran importancia para la región por su aporte a la producción de granos y protección al suelo, con cobertura por mayor tiempo, contra la erosión causada por el impacto de las gotas de lluvia.

Sin embargo, el deterioro del recurso suelo por efecto del mal manejo del mismo ocasiona la disminución de la productividad (Soane et al., 1981; Kayombo y Lal, 1986), así como la pérdida de sedimentos por efecto de una importante erosión hídrica (Páez, 1989).

Esta investigación tuvo el objetivo de evaluar los efectos de diferentes alternativas de labranza sobre el suelo y el cultivo de frijol en la zona de Camunare, estado Yaracuy. Estas alternativas fueron: no labranza, subsolado solamente, subsolado más rastra y rastra solamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el asentamiento campesino Camunare, estado Yaracuy, durante el ciclo de verano. La zona presenta una precipitación media anual de aproximadamente 750 mm, distribuida entre los meses de abril y noviembre, con un pico de mayor intensidad en los meses de junio y julio. La temperatura media máxima es de 31,5 °C (FONAIAP, 1989). La evaporación anual obtenida de la estación climática del Central Matilde fue de 1.835 mm, destacándose el mes de marzo como el más crítico con 229 mm.

El suelo del área experimental fue clasificado como Oxic Paleustults, arcilloso fino, mixto, ácido, isohipertérmico, de textura franco arenosa en la superficie, pero arcillosa en el horizonte argílico, ubicado inmediatamente después del primer estrato. Posee estructura blocosa subangular, de moderado desarrollo, con permeabilidad moderada; pendiente del terreno entre 3 y 5%, con ligeras limitaciones por topografía. Tiene contenidos bajos en fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica (Comerma y Ovalles, 1984).

Se diseñó un experimento de campo dispuesto en bloques al azar con cuatro

repeticiones, con los siguientes tratamientos de labranza: no labranza (T1), un pase de subsolador (T2), un pase de subsolado más tres pases de rastra (T3) y cuatro pases de rastra solamente (T4). Este último se corresponde con la labranza tradicional que se realiza en la zona. Las parcelas experimentales tuvieron una superficie de 150 m² (12 x 12,5 m) para una superficie total del ensayo de 2.400 m². En ellas se sembró frijol bayo (*Vigna unguiculata* L. Walp.), en distancias de 0,45 m entre hileras dobles y de 0,30 m entre plantas, con 2 ó 3 granos por punto y una población inicial de 148.150 plantas por hectárea, aproximadamente.

Los parámetros físicos evaluados en el suelo fueron: densidad aparente, macroporosidad o capacidad de aire (poros con diámetro equivalente > 30 µm), microporosidad (poros con diámetro equivalente < 30 µm) y resistencia a la penetración.

Para ello se tomaron muestras de suelo en cuatro fechas diferentes: antes de la siembra, al momento de la siembra del frijol, a los 45 días y finalmente a los 90 días de la siembra, en la etapa final de la maduración. Estas fechas se seleccionaron para observar la evolución de los cambios producidos por la labranza en el tiempo. Las muestras se tomaron al azar y en dos sitios en cada subparcela de cada unidad experimental para obtener un valor promedio a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm.

Para la determinación de la densidad aparente, capacidad de aire y microporosidad se utilizó un muestreador tipo Uhland, que permitió tomar muestras no alteradas en cilindros de aluminio, de 5 cm de diámetro y 5 cm de altura. La resistencia a la penetración se determinó utilizando en cada sitio un penetrómetro convencional. La metodología utilizada fue la propuesta por Pla (1983).

En el cultivo se realizaron las siguientes evaluaciones: al momento de la floración, el contenido de materia seca (peso seco de la parte aérea de la planta) y la densidad radical, y al momento de la cosecha, el rendimiento en grano. Para las dos primeras determinaciones se seleccionaron al azar diez plantas por parcela, a las cuales se les cortó desde el cuello y se midió su altura (desde el cuello hasta la

última rama vegetativa). A estas mismas plantas, al momento de cortarlas se les evaluó la densidad radical usando un toma muestra de 7,5 cm de diámetro que penetró hasta 30 cm en el suelo a 15 cm del eje de la planta, entre hileras. Las muestras fueron separadas a las mismas profundidades de las determinaciones de física de suelo (0-10, 10-20 y 20-30 cm). Para determinar la densidad radical se separaron las raíces por decantación y tamizados sucesivos, usando tamices de 0,25 mm. Las mismas se secaron al aire y se pesaron para utilizar la siguiente relación: $Densidad\ raíces = Peso\ raíces / volumen\ suelo$

Para evaluar el rendimiento se cosecharon todas las plantas de las cuatro hileras centrales en cada parcela experimental.

A las variables físicas del suelo se les realizó un análisis estadístico en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde las parcelas principales fueron los tratamientos de labranza y las subparcelas las épocas de

muestreo. El análisis estadístico se realizó para cada una de las profundidades por separado, debido a que presentaron características diferentes en cuanto a las propiedades físicas y químicas, antes de aplicarse los tratamientos. El análisis para las variables de la planta fue realizado bajo el diseño de bloques al azar. A cada variable se le realizó análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Efectos sobre las propiedades físicas del suelo a las diferentes profundidades.

- **Profundidad 0-10 cm.** Se encontraron diferencias significativas en densidad aparente, macroporosidad, microporosidad y resistencia a la penetración, para los tratamientos de labranza, épocas de muestreo y su interacción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variación de la densidad aparente, macroporosidad, microporosidad, y resistencia a la penetración, en las distintas épocas de muestreo en los cuatro tratamientos de labranza a la profundidad de 0-10 cm

Propiedad del suelo	Época de muestreo	Tratamientos de labranza			
		T1	T2	T3	T4
Densidad aparente (Mg/m ³) **	Antes de siembra	1,45e	1,46e	1,45e	1,45e
	0 días	1,50f	1,36c	1,30a	1,33b
	45 días	1,55h	1,39d	1,38d	1,58i
	90 días	1,33c	1,45e	1,52g	1,61j
	C.V.= 4,12 %				
Macroporosidad (%) **	Antes de siembra	15,34f	15,34f	15,34f	15,34f
	0 días	11,64c	13,69e	13,06e	8,95a
	45 días	9,49b	15,86f	13,82e	14,96e
	90 días	12,76d	15,89f	14,49e	13,94e
	C.V.=2,68%				
Microporosidad (%) *	Antes de siembra	31,27d	31,27d	31,27d	31,27d
	0 días	32,99e	27,00a	28,30b	33,24f
	45 días	31,97d	31,08d	31,57d	36,54g
	90 días	30,91c	33,17f	35,12g	38,28h
	C.V.= 6,99%				
Resistencia a la penetración (kPa) **	Antes de siembra	491c	491c	491c	491c
	0 días	649e	448c	254a	346b
	45 días	671e	538d	236a	539d
	90 días	430c	427c	450c	653e

* Diferencias estadísticas significativas al 5 % probabilidad; **Diferencias estadísticas significativas al 1 % probabilidad. Promedios con una misma letra son estadísticamente iguales entre sí según la prueba de Duncan.

Se observa que las condiciones físicas del suelo evaluadas el día de la siembra a esta profundidad mejoraron con los tratamientos

donde se realizó labranza (T2, T3 y T4), debido a que éstos lograron roturar el primer estrato del suelo donde disminuyeron,

fundamentalmente, los valores de densidad aparente y resistencia a la penetración. Sin embargo, estas mejoras se fueron perdiendo en el tiempo, como se observa en las evaluaciones realizadas a los 45 y 90 días después de la siembra. Este efecto pudiera ser producido por el asentamiento natural del suelo que se sucede en la medida que su peso aunado a la acción de la lluvia, manifiestan la tendencia natural de adquirir la condición inicial que presentaba antes de la preparación. Con el T1, se obtuvo a esta profundidad, efectos contrarios a los anteriores, aunque no se alcanzaron valores críticos de compactación que pudieran afectar el desarrollo del cultivo (Pla, 1983). Para las evaluaciones a los 45 y 90 días después de la siembra se notó una mejoría en todas los atributos evaluados, debido probablemente al efecto de la materia orgánica dejada en superficie con este método de labranza. Con el T2, a pesar de que las mejoras fueron menos notorias que con el T3 y T4, se manifestaron durante mayor tiempo, que éstos como lo muestran las evaluaciones realizadas a

los 45 y 90 días. El efecto causado por el T3 fue mayor y más perdurable que el realizado por el T4, lo cual se asocia al efecto combinado producido por la labranza primaria (subsolador) y la secundaria (rastra).

Las interacciones detectadas entre los tratamientos de labranza y la época de muestreo para todas las variables estudiadas (Cuadro 1), refleja la respuesta diferencial mencionada anteriormente, en la cual el efecto de algunos tratamientos de labranza fue más duradero que el de otros.

Resultados similares del efecto de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo han sido reportados por Ohep et al. (1987), Ohep y Marcano (1990) y Quiroga et al. (1993).

- Profundidades 10 – 20 y 20 - 30 cm. Para estas profundidades el análisis de varianza detectó nuevamente diferencias significativas para tratamientos de labranza, épocas de muestreo y la interacción labranza por época de muestreo (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2. Variación de la densidad aparente, macroporosidad y microporosidad en las distintas épocas de muestreo en los cuatro tratamientos de labranza a la profundidad de 10-20 cm

Propiedad del suelo	Época de muestreo	Tratamientos de labranza			
		T1	T2	T3	T4
Densidad aparente (Mg/m ³)	Antes de siembra	1,66d	1,66d	1,66d	1,66d
	0 días	1,56c	1,41a	1,48b	1,71e
	45 días	1,57c	1,47b	1,58c	1,73e
	90 días	1,50bc	1,52bc	1,61cd	1,76e
	C.V. = 4,12 %				
Macroporosidad (%)	Antes de siembra	9,83b	9,83b	9,83b	9,83b
	0 días	11,47c	15,52e	12,30cd	7,45a
	45 días	11,95c	13,00d	10,40bc	6,52a
	90 días	11,26c	10,96c	9,72b	6,47a
	C.V. = 2,68 %				
Microporosidad (%)	Antes de siembra	34,74e	34,74e	34,74e	34,49e
	0 días	32,06c	29,74b	28,87a	35,66f
	45 días	32,51c	30,44b	33,74d	36-71g
	90 días	31,36c	32,1c	35,25e	37,10g
	C.V. = 6,78 %				

Promedios con una misma letra no presentan diferencias estadísticas entre sí según la prueba de Duncan al 1 %.

Al igual que en el caso anterior, los implementos que roturaron el suelo a estas profundidades lograron mejoras en sus propiedades físicas. Este fue el caso de los tratamientos T2 y T3, los cuales utilizaron subsolador que profundizó aproximadamente 46 cm en el suelo. Con el T1, a pesar de no

roturarse el suelo, se pudo observar una mejora en las condiciones físicas. Esto se atribuye al aumento del contenido de materia orgánica y la actividad microbiana, lo que incide favorablemente en el mejoramiento de las características físicas del suelo. Obviamente, esto fue menos notorio a las mayores

profundidades (Cuadro 3).

Con el T1 las mejoras fueron incrementándose en el tiempo; sin embargo, con el T2 y T3 las mismas no fueron permanentes, debido al asentamiento natural del suelo, el cual fue más marcado con el T3, ya que el uso de rastra tiende a disgregar más intensamente al suelo y puede enmascarar el efecto positivo del subsolador. Con el T4 se presentó una considerable compactación debido a que la rastra no logra penetrar a mucha profundidad; por el contrario, puede producir una importante presión en el fondo de la capa trabajada (Marcano, 1978). Este efecto de compactación se reflejó principalmente en el aumento de la densidad aparente en el estrato 10-20 cm (Cuadro 2) que corresponde a la zona que se encuentra inmediatamente

debajo de la profundidad de penetración del implemento. Las propiedades físicas mantuvieron una estrecha relación, de manera que donde se presentó un incremento de la densidad aparente por efecto de compactación, disminuyó la macroporosidad y aumentó la microporosidad.

Con respecto a las épocas de muestreo, nuevamente los cambios producidos por la labranza no fueron permanentes en el tiempo. Esto se destaca en las interacciones detectadas entre los tratamientos de labranza y las fechas de muestreo, donde se observaron mejoras en las condiciones del suelo con los tratamientos T1, T2 y T3, las cuales fueron perdiéndose en el tiempo. Hubo un efecto contrario con el T4, donde se presentó una leve compactación que fue incrementándose en el tiempo.

Cuadro 3. Variación de la densidad aparente, macroporosidad y microporosidad en las diferentes épocas de muestreo, en los cuatro tratamientos de labranza, a la profundidad de 20-30 cm

Propiedad del suelo	Epoca de muestreo	Tratamientos de labranza			
		T1	T2	T3	T4
Densidad aparente (Mg/m ³)	Antes de siembra	1,67b	1,67b	1,67b	1,67b
	0 días	1,66b	1,63a	1,63a	1,69c
	45 días	1,67b	1,63a	1,65b	1,70c
	90 días	1,66b	1,61a	1,66b	1,70c
	C.V. = 3,01%				
Macroporosidad (%)	Antes de siembra	12,60b	12,60b	12,60b	12,60b
	0 días	13,89c	13,89c	11,80a	12,91bc
	45 días	12,85b	12,85b	11,84a	11,66a
	90 días	11,84a	11,83a	12,09ab	11,90a
	C.V. = 2,07%				
Microporosidad (%)	Antes de siembra	30,31d	30,31d	30,31d	30,31d
	0 días	26,36b	25,83ab	28,16c	31,15e
	45 días	25,00a	28,50c	28,49c	32,63e
	90 días	26,30b	28,52c	28,39c	33,53f
	C.V. = 3,67%				

Promedios con una misma letra no presentan diferencias estadísticas entre sí según la prueba de Duncan al 1 %.

B. Efectos sobre las variables del cultivo.

- **Peso seco de la parte aérea:** Las plantas cultivadas en el suelo sometido a labranza donde se utilizó solamente la rastra, presentaron menor peso que el resto de las plantas (Cuadro 4). La prueba de Duncan permitió la formación de dos grupos de medias estadísticamente diferentes entre sí ($p \leq 0,01$): un grupo constituido por los tratamientos T3, T2 y T1 con valores de 77,88, 77,58 y 76,56 g/planta, respectivamente, y otro grupo constituido por el T4 (rastra solamente) con 68,30 g/planta. Esto indica que en lo referente

al peso seco de la parte aérea de la planta, no es conveniente utilizar sólo dicho implemento.

- **Densidad radical:** El análisis de varianza para densidad radical mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos de labranza. La prueba de Duncan para esta variable a la profundidad de 0-10 cm permitió la formación de tres grupos de valores estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 4). El primero formado por el T1 y el T2, con los valores más altos de 701,42 y 666,75 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, respectivamente. El segundo

grupo le correspondió al T3 con 577,00 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ de densidad radical y el tercero lo formó el T4, con el menor valor de 461,20 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$.

Para la profundidad de 10-20 cm hubo la formación de dos grupos de valores (Cuadro 4). Uno conformado por las medias del T2 y T3, con los mayores valores (362,73 y 251,75 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, respectivamente); el otro grupo lo formaron el T3, T1 y T4, con 251,75, 238,02 y 183,10 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, respectivamente. Se observa que en los tratamientos donde se realizó preparación profunda del suelo se presentó un mejor desarrollo radical.

Para la profundidad de 20-30 cm se encontraron cuatro grupos de medias (Cuadro 4). El primero correspondió al T2, con 116,98 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ y el segundo al T3 con 106,35 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Estos dos tratamientos permitieron una preparación profunda del suelo. El tercer grupo lo constituyó el tratamiento T1 con 53,03 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, el cual no alteró las condiciones del suelo a esta profundidad, aunque influyó en la conservación de humedad del mismo. El último grupo lo formó el tratamiento T4, con el valor más bajo (32,05 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), el cual correspondió al tratamiento que causó efectos negativos en las propiedades físicas del suelo,

tal como se discutió previamente. Se destaca que aquellos tratamientos que favorecieron las propiedades del suelo, también tuvieron efectos positivos en el desarrollo de las raíces del cultivo. Similares resultados han sido encontrados por la FAO (1992) y Herrera et al. (1991).

- Rendimiento: Los rendimientos en grano del cultivo, mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos de labranza. La prueba de Duncan señaló dos grupos de medias diferentes entre sí (Cuadro 4). El primer grupo lo conformaron los tratamientos T1, T3 y T2, con valores de 621,12, 619,91 y 608,94 kg/ha, respectivamente. El segundo grupo lo formó la media del tratamiento T4, con el menor valor (435,30 kg/ha).

Todos los resultados indican que existe una estrecha relación entre las condiciones físicas del suelo y el desarrollo del cultivo; así, el T4 que produjo compactación y afectó de manera importante las propiedades físicas del suelo, presentó el menor peso seco, menor desarrollo de raíces y rendimientos más bajos. Similares resultados fueron obtenidos por Ohep et al. (1994) en el cultivo del maíz.

Cuadro 4. Efecto de los diferentes tratamientos de labranza sobre variables vegetativas y reproductivas de la planta de frijol.

Variable del cultivo	Época de muestreo	Tratamientos de labranza			
		T1	T2	T3	T4
Peso seco (g)	Inicio de floración	76,58a	77,58a	77,88a	68,30b
Densidad radical ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)					
0-10 cm	Floración	701,42a	666,75a	577,00b	461,20c
10-20 cm	Floración	238,02b	362,73a	251,75ab	183,10b
20-30 cm	Floración	53,03c	116,98a	106,35b	32,05d
Rendimiento en grano (kg/ha)	Cosecha	621,13a	608,94a	619,91a	435,29b

Promedios con una misma letra no presentan diferencias estadísticas entre sí según la prueba de Duncan al 1 %.

CONCLUSIONES

- Los implementos de labranza utilizados mejoraron las propiedades físicas del suelo, especialmente la densidad aparente y la resistencia a la penetración, hasta la profundidad donde roturan. Sin embargo, el uso de sólo rastra tuvo un efecto poco perdurable, a la vez que produjo un piso de compactación por debajo del estrato trabajado,

conllevando a un deterioro de las condiciones físicas del suelo.

- El uso de solamente subsolador mostró efectos beneficiosos sobre las propiedades del suelo, más duraderos que los producidos por el uso de subsolador más rastra.

- El uso de sólo rastra, en contraposición al uso de los otros implementos, condujo invariablemente a un menor desarrollo de la planta de frijol en lo relativo al peso de la parte

aérea, peso de las raíces y rendimiento en grano del cultivo. Asimismo, hubo un efecto positivo de la no labranza que fue atribuido a su influencia sobre la conservación de la humedad del suelo.

LITERATURA CITADA

1. Adeoye, K. B. 1982. Effect of tillage on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil Tillage Research* 2:225-231.
2. Avilán, L. 1968. Informe sobre la primera etapa del proyecto de caraoas - frijoles: Introducción y evaluación de variedades realizada durante los años 1966 - 68. Maracaibo, Facultad de Agronomía, LUZ. 14 p.
3. Brito, P., J. de Brito y E. García. 1987. Características agroclimáticas de las áreas rurales de desarrollo integrado de la región Centrocidental (Yaracuy Medio, Yacambú y Quíbor - Carora) Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Venezuela. Serie C, N° 13-02. 103 p.
4. Comerma, J. y F. Ovalles. 1984. Informe mimeografiado, Material de la cátedra de Conservación de Suelos y Aguas. Posgrado de Ciencias del Suelo, Facultad de Agronomía, UCV. Maracay. 98 p.
5. FAO. 1992. Manual de labranza para América Latina. Boletín de Suelos de la FAO 66. FAO, Roma. 192 p.
6. FONAIAP. 1989. Boletín Meteorológico Anual de la Estación Experimental Yaracuy. FONAIAP. Yaritagua. 71 p.
7. Herrera, P., E. Amezcua, L. Guerrero y L. Restrepo. 1991. Efecto de la labranza en algunas propiedades físicas de un suelo andico. *Suelos Ecuatoriales* 21(1): 68-75.
8. Hughes, H. A. 1980. Conservation Farming. John Deere and Company. Moline, Illinois, USA. 150 p.
9. Kayombo, B. y R. Lal. 1986. Effects of soil compaction by rolling on the structure and development of maize in no-till and disc ploughing systems on tropical Alfisol. *Soil Tillage Research* 7:117 - 134.
10. Marcano, F. 1978. Evaluación de diferentes prácticas de mecanización y sus efectos sobre algunas propiedades físicas de suelos pesados. Tesis. CIDIAT, Mérida. Venezuela. 113 p.
11. Ohep, C. y F. Marcano. 1990. Efecto de la labranza tradicional y conservacionista sobre algunas propiedades físicas del suelo y su incidencia sobre el desarrollo de la planta de maíz, en el Yaracuy Medio. III Congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola. AVIA-UNELLEZ, San Carlos, Venezuela. p. 15
12. Ohep, C., E. Rojas, R. López y F. Marcano. 1987. Efecto del laboreo sobre algunas características físicas y químicas del suelo y su incidencia sobre el comportamiento del cultivo del pimentón (*Capsicum annuum*. L.). X Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Maracaibo, Venezuela. p. 219
13. 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- 96.
14. Páez, M. L. 1989. Riesgos de erosión hídrica y alternativa de conservación en las tierras agrícolas del Valle Medio del Río Yaracuy. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. Alcance 37:45 - 59.
15. Pla S., I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. Alcance 32. 91 p.
16. Quiroga, A., M. Monsalvo y E. Adema. 1993. Efecto de la siembra directa sobre

diversas propiedades físicas y químicas del suelo en la región Pampeana. II. Reunión Bianual de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista, RELACO. Acarigua, Venezuela. p. 12.

17. Soane, B. D., P. S. Blackwell, J. W. Dickson y D. J. Painter. 1981. Compaction by agricultural vehicles: A review. Soil and wheel characteristics. Soil Tillage Research. 1:207 - 237.