

EFFECTO DE DIFERENTES PRACTICAS DE LABRANZA SOBRE EL SUELO Y EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.)*

Felipe Marcano** ; Carlos Narváez*** y Hector Agreda***

Resumen

En la finca DANAC, municipio Marín, del estado Yaracuy, en un suelo franco arcilloso y con problema de drenaje, se condujo un experimento con cinco prácticas de labranza: arado de vertedera con tres pases de rastra y conformación de camellones (AVC); arado de cincel (AC); tres pases de rastra (3R); un pase de rastra (1R) y no labranza (NL). Su objetivo fue cuantificar su efecto en la macroporosidad, densidad aparente, humedad volumétrica, densidad de masa radical y rendimiento de grano en Kg/ha de maíz. AVC fue el tratamiento donde se alcanzó los mayores porcentajes de macroporosidad y menor densidad aparente en todo el perfil; igualmente, se obtuvo la mejor relación aire-agua en el suelo. La densidad de masa radical presentó una mejor distribución en AVC en el perfil del suelo y con el resto de los tratamientos su mayor densidad estaba en el primer estrato con 138,03, 144,71, 134,61 y 125,18 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ para 3R, NL, AC y 1R, respectivamente. Los mayores rendimientos al 12% de humedad correspondieron a AVC con 5.715 kg/ha, y éste fue significativamente superior al resto de los tratamientos. Parece ser que la labranza con inversión del suelo y la siembra en camellón bajo las condiciones de clima y suelo de la zona, son alternativas viables para la producción de maíz.

Abstract

A trial was conducted in the DANAC farm, Yaracuy state, in a clay loam, poorly drained soil to test five tillage practices: mouldboard plow with three harrow passes and ridge conformation (RPM); chisel plow (PC); three harrow passes (3H); one harrow pass (1H) and no tillage (NL). The objective was to quantify the effect on the macroporosity, bulk density, volumetric moisture, root mass density and yield of maize. RPM reached the highest macroporosity and lower bulk density in the whole profile; likewise it was found the best air-water relation of the soil. The root mass density was also the best distributed, and with the rest of the treatments the higher value was found in the surface layer with 138,03, 144,71, 134,61 and 125,18 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ for 3H, NT, PC, and 1H, respectively. The highest yield at 12% grain moisture corresponded to the RMP treatment with 5.715 kg/ha, and it was significantly higher to the rest of treatments. It seems that tillage that includes soil inversion and ridge sowing under this climate and soil conditions, are good alternatives for the maize production.

Introducción

La degradación del suelo en todas sus manifestaciones, constituye uno de los grandes problemas de las zonas agrícolas del mundo. Esta degradación se manifiesta tanto en la superficie como sub-superficialmente, lo cual incide sobre la infiltración del agua de lluvia y/o de riego, su movimiento en y dentro del suelo, la penetración de las raíces y el intercambio gaseoso (Lal, 1979; Soane et al., 1981; Hillel, 1982). Todo esto influye en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz, el cual es altamente susceptible a problemas de pobre aireación en el suelo y a los estrés hídricos que puedan presentarse en etapas críticas tales como floración, fertilización y llenado del grano.

Cuando se usan indiscriminadamente maquinarias e implementos agrícolas de peso, forma e intensidad de trabajo variable,

sin tomar en consideración el tipo de suelo, el contenido de humedad, el cultivo a sembrar y las condiciones climáticas, la estructura es fuertemente degradada. Esta degradación produce cambios en el volumen de poros (Soane et al, 1981; Hillel, 1982; Onwualu y Anazodo, 1989; FAO, 1992; Marcano et al., 1993, 1994). Este cambio en el volumen de poros afecta la potencialidad agrícola de los suelos, ya que contribuye a un desbalance de la relación aire-agua y la respuesta de los cultivos a la aplicación de prácticas agronómicas.

La fracción de volumen de aire con la compactación puede alcanzar valores menores al 10%, considerados como críticos para el desarrollo normal de los cultivos en suelos de textura media (Vomocil y Flocker, 1965; Grable y Siemer, 1968). Este problema durante las precipitaciones contribuye a un incremento de la fracción volumétrica del agua en el suelo y con ello exceso de humedad, lo cual puede afectar a la planta de maíz durante su desarrollo (Aldrich et al., 1971; Shaw, 1977, 1988) y disminuir su producción (Ritter y Beer,

* Trabajo financiado por el CDCHT-UCLA.

** Prof. Departamento de suelos. Decanato de Agronomía, UCLA.

*** Ing. Agr. DANAC

1969; Shaw, 1977, 1988).

A la labranza, no sólo se le atribuyen problemas de degradación, sino que también, cuando ésta se lleva a cabo en forma apropiada, mejora las condiciones de infiltración, movimiento del agua y los solutos dentro del suelo, penetración y desarrollo radical y aprovechamiento de los nutrientes (Adeoye, 1982; Chaudhary et al., 1985; Andriulo y Rossel, 1988; Florentino, 1989; Marcano et al., 1993, 1994). Dentro de los sistemas de labranza, la siembra directa o no labranza, favorece la infiltración, actividad biológica, regulación de la temperatura y reducción de problemas de erosión (FAO, 1992); no obstante, la consistencia de sus resultados pueden requerir muchos años (Hargrove et al., 1982; Heard et al., 1988).

Debido a la variabilidad de criterios al respecto y tomando en cuenta el tipo de suelo, cultivo a sembrar y condiciones climáticas predominantes, se condujo un experimento en la finca DANAC, municipio Marín, estado Yaracuy, con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes sistemas de labranza en el suelo y sobre el cultivo de maíz.

Materiales y Métodos.

En la Finca DANAC, municipio Marín, estado Yaracuy, ubicada a 10° 21' 45" de latitud N., 68° 39' de longitud W y altura de 107 m.s.n.m., sobre un suelo Aeric Tropaquetps, con textura franco arcillosa y problema de exceso de humedad, se condujo el experimento con la finalidad de evaluar el efecto de cinco prácticas de labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo y el cultivo de maíz.

La zona corresponde al bosque seco tropical (bs-t), y la precipitación, evaporación y temperatura promedio ocurrida durante el ciclo de desarrollo del cultivo fue de: 734,60 mm; 823,87 mm y 27,70 °C, respectivamente.

Para la instalación del experimento, se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados correspondieron a cinco prácticas de labranza: arado de vertedera más rastra y camellón (AVC); arado de cincel (AC); tres pases de rastra (3R); un pase de

rastra (1R) y no labranza (NL). La siembra se realizó el 05-06-91 con una sembradora de no labranza de dos tolvas, con la variedad F.P-2B (producida por la finca DANAC, en su programa de mejoramiento) y una densidad de aproximadamente 60.000 plantas/ha. Las parcelas tenían una longitud de 10m, con 10 hileras de maíz separadas a 0,90m.

En el suelo se evaluó la macroporosidad (Pla, 1983). Las muestras fueron tomadas con un muestreador "tipo Uhland", en cuyo interior fueron colocados cilindros de aluminio de 86,54cm³, y el cual fue introducido en el suelo a diferentes profundidades hasta los 60 cm en el perfil con intervalos de 10cm los días 31/05/91 y 01/08/91. Las mismas muestras fueron utilizadas para cuantificar la densidad aparente. La humedad del suelo expresada como humedad volumétrica (θ) se determinó a las mismas profundidades y las fechas de muestreo fueron el 25/06, 18/07 y 01/08 del mismo año.

En el cultivo se cuantificó la densidad de masa radical, tomando 5 plantas por tratamientos, e hincando en el suelo y a 15 cm de ellas una sonda de 50 cm de altura y de 7,70 cm de diámetro, en cuyo interior fueron colocados cilindros de aluminio que permitieron estratificar el suelo a 0-8, 8-16, 16-24, 24-32, 32-40 y 40-48 cm, respectivamente. Una vez extraída la sonda, las muestras fueron colocadas en bolsa plásticas para su traslado al laboratorio. Estas fueron introducidas en recipientes con agua para separar las raíces del suelo y luego en tamices de 50 y 100 mallas fueron sometidas a lavado con un chorro de agua y luego secadas al aire y pesadas. Este método es una modificación del propuesto por Mengel y Barber (1974); Newel y Wilhelm (1987) y Hofman et al. (1987). También se determinó el rendimiento de grano seco al 12% de humedad.

Resultados y Discusión

Precipitación

Los datos de precipitación durante el ciclo de desarrollo de la planta de maíz (Cuadro 1), muestran que en los meses de julio y agosto donde ocurrió el proceso de floración, fertilización y llenado del grano, se presentaron las mayores cantidades de

Cuadro 1. PRECIPITACION, EVAPORACION Y TEMPERATURA PROMEDIO DURANTE EL CICLO DE DESARROLLO DE LA PLANTA DE MAIZ, EN INTERVALOS DE 5 DIAS. ESTACION METEREOLÓGICA DANAC, 1991.

Meses del año	Intervalos días	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Temperatura °C
Mayo	0-5	0,0	29,7	27,54
	6-10	27,6	24,8	27,34
	11-15	11,9	21,1	27,34
	16-20	1,0	29,7	28,00
	21-25	41,3	29,3	28,34
	26-31	0,5	32,7	27,93
			82,3	167,3
Junio	0-5	0,0	37,4	29,50
	6-10	0,6	29,3	28,64
	11-15	16,6	26,6	28,14
	16-20	43,2	29,6	27,32
	21-25	22,5	28,0	27,86
	26-30	9,6	30,3	27,76
		92,5	181,2	28,20
Julio	0-5	6,6	30,4	27,52
	6-10	64,5	25,6	27,48
	11-15	32,5	25,3	27,40
	16-20	58,6	23,6	27,60
	21-25	10,3	26,2	27,50
	26-31	27,2	30,7	27,87
		199,7	161,8	27,56
Agosto	0-5	72,7	23,65	26,88
	6-10	4,2	28,60	27,14
	11-15	28,1	26,92	27,24
	16-20	33,4	31,10	27,06
	21-25	12,3	27,80	27,52
	26-31	41,0	35,88	27,53
		191,7	173,95	27,23
Septiembre	0-5	6,7	33,90	27,72
	6-10	7,4	25,60	28,38
	11-15	107,8	27,70	27,36
	16-20	24,1	23,50	27,02
	21-25	11,6	21,30	27,60
	26-31	10,8	30,20	28,16
		168,4	162,20	27,71

agua, lo que pudo haber incidido en la relación agua-aire del suelo y en consecuencia sobre el comportamiento del cultivo (Ritter y Beer, 1969; Shaw, 1977, 1988). Durante estos dos meses se presentó el 53,28% de la precipitación total ocurrida desde el mes de mayo hasta septiembre, y las cantidades de lluvia fueron mayores que la evaporación.

Macroporosidad.

El Cuadro 2 muestra que, en la primera evaluación, AVC fue el tratamiento que mayor efecto positivo produjo sobre macroporosidad (MP) en los 50 cm de profundidad en el perfil del suelo con valores que fluctuaron entre 15,36 y 13,12%. Siguió en orden de importancia AC, hasta los 30 cm y con fracción volumétrica de MP cuyos resultados oscilaron entre 15,0 y 13,56%. Con 1R y 3R se alcanzaron las mayores proporciones relativas de MP a la profundidad de 0-10, con 19,68 y 17,04%, respectivamente; no obstante, entre los 10-30 cm sus resultados fueron muy similares.

Si consideramos que con NL no se produjo ningún cambio en la organización de los agregados en el suelo, se podría decir que este suelo presenta un problema de empaquetamiento de sus partículas, lo cual puede incidir sobre la penetración y movimiento del agua en y dentro del suelo y en el desarrollo radical, siendo necesario roturar o voltear el suelo bien sea con arado y/o labranza profunda, de tal manera de formar "agregados" que aún no mostrando estabilidad en el tiempo, puedan contribuir a mejorar las condiciones del suelo (Andriulo y Rossel, 1988; Marcano et al., 1993, 1994).

Con respecto a los valores de MP en la segunda evaluación, en AVC, hay una reducción en los estratos de 0-10, 30-40 y 40-50 cm; pero sólo en uno de ellos su valor estuvo por debajo de 10% considerado como crítico para el crecimiento radical y desarrollo de las plantas (Vomocil y Flocker, 1965; Grable y Siemer, 1968). También en el resto de los tratamientos en línea general, su tendencia es a disminuir, observándose una mayor caída en la fracción volumétrica de MP entre 0-10 cm en AVC, NL y 1R.

Densidad aparente.

Si partimos del mismo principio señalado

para MP en NL, podemos constatar (Cuadro 2) que los valores en la primera evaluación de densidad aparente en AVC estuvieron muy por debajo de los resultados obtenidos con los otros tratamientos a partir de los 10 cm de profundidad. Con 1R y 3R se obtuvieron los mayores valores de densidad aparente a la profundidad de 10-20 cm con 1,86 y 1,72 Mg/m³; aunque en forma general los valores de densidad aparente en estos tratamientos estuvieron por encima de los resultados obtenidos con NL desde el segundo estrato hasta el quinto. Al igual que con la fracción volumétrica de MP, la densidad aparente tiende a cambiar con el tiempo.

Humedad volumétrica.

En la segunda evaluación, la humedad volumétrica (θ) fue menor con AVC correspondiente al período de floración y fertilización. El contenido de humedad se mantuvo cercano a la capacidad de retención a -10kPa, a diferencia del resto de los tratamientos, los cuales se mantuvieron con mayores contenidos de humedad con el consiguiente riesgo de presentar problemas de poca aireación.

En todos los tratamientos en la primera fecha de evaluación hubo buena penetración y retención de humedad, manifestándose ésta con mayor intensidad en NL entre los 20 y 50 cm del perfil. Se observa igualmente en este caso que θ es menor en el último estrato. En la última evaluación hubo mayor retención de humedad en AVC.

Densidad de masa radical.

En el Cuadro 3, se observa que la densidad de masa radical mantuvo una mejor distribución en AVC en todo el perfil, estando esto relacionado con los resultados obtenidos con la macroporosidad, densidad aparente y humedad en el suelo, ya que en los otros tratamientos la tendencia fue a un mayor incremento de ésta en los primeros 10 cm, donde las raíces tienden a concentrarse cuando hay limitación de aireación en el perfil del suelo (Russel, 1977). La densidad de masa radical promedio en todo el perfil para los diferentes tratamientos fue de:

Cuadro 2. MACROPOROSIDAD, DENSIDAD APARENTE Y HUMEDAD VOLUMETRICA A DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL PERFIL DEL SUELO DURANTE EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE MAIZ PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Trat.	Prof. cm	31/05/91		01/08/91		26/06/91 18/07/91 01/08/91		
		Macroporosidad (%)		Densidad aparente M g/m ³		Humedad volumétrica (v/v *100)		
AVC	0-10	15,36	11,88	1,35	1,50	23,51	22,30	29,64
	10-20	13,55	13,25	1,42	1,62	26,06	17,92	33,25
	20-30	12,20	14,78	1,42	1,61	28,02	17,56	23,34
	30-40	14,80	9,43	1,48	1,78	24,62	19,58	31,46
	40-50	13,12	11,17	1,62	1,78	16,42	20,02	25,37
	50-60	8,77	6,21	1,66	1,86	-	-	-
3R	0-10	17,04	14,23	1,40	1,58	22,58	36,41	30,22
	10-20	10,45	11,73	1,72	1,74	26,28	28,95	21,60
	20-30	8,15	9,10	1,82	1,87	27,32	27,88	24,32
	30-40	7,83	8,59	1,81	1,83	27,88	28,48	25,75
	40-50	10,50	8,06	1,84	1,85	26,59	25,78	27,31
	50-60	8,77	7,21	1,77	1,82	-	-	-
NL	0-10	11,43	8,32	1,60	1,61	28,14	33,78	29,58
	10-20	14,29	13,78	1,63	1,75	26,08	27,86	19,34
	20-30	8,83	10,54	1,67	1,87	31,44	26,77	21,96
	30-40	10,09	5,76	1,67	1,87	33,68	27,20	27,18
	40-50	5,85	3,70	1,74	1,89	30,79	27,66	27,20
	50-60	8,77	6,80	1,77	1,85	-	-	-
AC	0-10	13,56	13,64	1,63	1,62	24,45	37,26	21,82
	10-20	15,00	13,21	1,61	1,73	25,44	28,97	17,18
	20-30	13,88	9,50	1,79	1,81	27,03	26,34	21,52
	30-40	7,62	10,27	1,73	1,93	26,57	26,65	22,49
	40-50	8,12	7,03	1,82	1,88	22,21	25,11	26,68
	50-60	8,77	4,66	1,77	1,89	-	-	-
1R	0-10	19,68	11,79	1,30	1,60	22,49	17,36	30,08
	10-20	10,21	7,44	1,86	1,84	24,18	25,84	24,85
	20-30	8,49	7,37	1,79	1,90	25,01	26,72	25,27
	30-40	8,96	8,55	1,73	1,95	23,82	25,27	25,34
	40-50	8,18	7,56	1,83	1,95	23,21	25,51	23,99
	50-60	8,77	9,94	1,77	1,87	-	-	-

Cuadro 3. DISTRIBUCION DE LA DENSIDAD DE MASA RADICAL PROMEDIO DEL MAIZ EN LAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL PERFIL PARA LOS TRATAMIENTOS DE LABRANZA Y RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE GRANOS SECOS (RGS) AL 12% DE HUMEDAD

Trat	Prof (cm)	Densidad radical ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	\bar{X}	Rendimientos promedios kg/ha^*
AVC	0-8	93,38	81,89	5.715a
	8-16	75,07		
	16-24	74,32		
	24-32	76,74		
	32-40	91,48		
	40-48	80,36		
3R	0-8	138,03	64,22	3.941b
	8-16	73,06		
	16-24	28,52		
	24-32	49,46		
	32-40	54,84		
	40-48	41,43		
NL	0-8	144,71	56,58	4.208b
	8-16	13,70		
	16-24	33,44		
	24-32	54,99		
	32-40	42,66		
	40-48	50,00		
AC	0-8	134,61	68,28	3.469b
	8-16	87,99		
	16-24	45,90		
	24-32	67,01		
	32-40	19,55		
	40-48	54,60		
1R	0-8	125,18	61,70	4.188b
	8-16	29,39		
	16-24	65,97		
	24-32	48,66		
	32-40	60,63		
	40-48	40,36		

* Significativo ($P < 0,05$)

Los tratamientos con igual letra, tienen igual comportamiento estadístico.

81,89, 64,22, 56,58, 68,28, 61,70 para AVC, 3R, NL, AC y 1R, respectivamente.

Rendimiento de grano seco.

Para rendimiento de grano seco al 12% de humedad, se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$). Al comparar las medias de los resultados para los diferentes tratamientos, se observó la formación de dos grupos con compartamiento estadístico diferente (Cuadro 3). El primer grupo estaba formado por AVC con rendimiento de 5.715 kg/ha, el cual resultó ser superior y diferente a los resultados obtenidos con 3R, NL, AC y 1R, los cuales tuvieron igual comportamiento estadístico.

Conclusiones y Recomendaciones

La inversión del suelo con arado de vertedera, acompañado con la siembra en camellón con doble hilera de maíz, resultó ser el tratamiento que produjo las mejores condiciones en el suelo desde el punto de vista de la relación agua-aire, ya que incrementó la macroporosidad, redujo la densidad aparente y facilitó el movimiento del agua en el perfil. Este efecto se reflejó en la densidad de masa radical y en los rendimientos de grano seco al 12% de humedad.

En este suelo, que presenta problemas estructurales y de mal drenaje, puede ser viable establecer sistema de manejo con estructura permanente como mejoradora del drenaje y sobre ella trabajar con rotación de cultivo y utilización de no labranza.

Bibliografía

1. Adeoye, K.B. 1982. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil and Tillage Res.*, 2:225-231.
2. Aldrich, S.R., W.O. Scotland y E.R. Leng. 1971. *Modern Corn Production*. Second Edition. A y L. Publication.
3. Andriulo, A.E. y R.A. Rossell. 1988. Propiedades físicas, edáficas en dos sistemas de labranza. *Turrialba* Vol. 38, N° 4, 365-375.
4. Chaudhary, M.R., P.R. Gajri, S.S. Prihar y Rosmesh Khera. 1985. Effect of deep tillage on soil physical properties and maize yield on coarse texture soils. *Soil and Tillage Res.*, 6:31-44.
5. FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de Suelos de la FAO 66. INTA-FAO.
6. Florentino de Andreu, A. 1989. Efecto de la compactación sobre las relaciones hídricas en suelos representativos de la Colonia Agrícola de Turén (estado Portuguesa). Su incidencia agronómica. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, Venezuela.
7. Grable, A. R. y E.G. Siemer. 1968. Effects of bulk density, aggregate size and soil water suction on oxygen diffusion, redox potentials and elongation of corn roots. *Soil Sci. Am. Proc.*, 32:180-186.
8. Hargrove, W.L., J.T. Reid, J.T. Touchton y R.N. Gallaher. 1982. Influence of tillage practices on the fertility status of and acid soil double-cropped to wheat and soybeans. *Agron. J.* 74:684-687.
9. Heard, J.R., E.J. Kladvikoy J.R. Mannering. 1988. Soil macroporosity, hydraulic conductivity, and air permeability of silty soil under long-term conservation tillage in Indiana. *Soil Tillage. Res.* 11:1-18.
10. Hillel, D. 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Press. New York, London.
11. Hofman, G. I de., C. Ossemerct y M. Van Ruymbeke. 1987. Subsoiling: time dependency of its beneficial effects. *Soil and Tillage Res.*, 10; 213-223.
12. Lal, R. 1979. Physical characteristic of soil of the tropics: Determination and management. En *soil physical properties and crop production in the tropics* (Eds.) R. Lal y D.J. Greenland. John Wiley and Sons. Chichester New York. p. 7-14.
13. Marcano, F., C. Ohepy D. Francisco. 1993. Efectos de la labranza sobre algunas variables físicas en un suelo Oxíc Haplustalf de Yaracuy medio bajo cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Venezuelo. Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, UCV. Vol. 1 N° 1. 2-8.*
14. Marcano, F., C. Ohepy D. Francisco. 1994. Efecto de la labranza y del nitrógeno en algunos componentes del rendimiento, macroporosidad del suelo, densidad radical y producción de maíz (*Zea Mays* L.). *Agronomía Tropical. Vol 44 N° 1-2.*
15. Mengel, D. B. y S. A. Barber. 1974. Development and distribution of the corn root system under field conditions. *Agron.*

J., 66:314-344.

16. Newel, R.L. y W.W. Wilhelm. 1987. Conservation tillage and irrigation effects on corn root development. *Agron. J.*, 79: 160-165.

17. Onwualu, A.P. y U.G. N. Anazodo 1989. Compaction effects on maize production under various tillage methods in a derived savannah zone of Nigeria. *Soil and Tillage Res.*, 14:99-114.

18. Pla Sentis, Ildefonso. 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, UCV.*, N° 32.

19. Ritter, W. F. y C. E. Beer. 1969. Yield reduction by controlled flooding of corn. *Trans. ASAE.*, 12: 46-50.

20. Shaw, R. H. 1977. Climatic requirement. En: *Corn and Corn improvement* (Ed) G.F. Sprague. ASA, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA. N° 18.

21. Shaw, R. H. 1988. Climatic requirement. En: *Corn and Corn improvement* (Ed) G.F. Sprague. ASA, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.

22. Soane, B. D., P.S. Blackwel, J. W. Dickson y D. J. Painter 1981. Compaction by agricultural vehicles: A review I. Soil and wheel characteristics. *Soil and Tillage Res.*, 1:207-237.

23. Vomocil, J. A. y W. J. Flocker 1965. Degradation of structure of yolo loam soil by compaction. *Soil Sci. Am. Proc.*, 29: 7-12.