

Efecto de sistemas de preparación de suelos sobre algunas propiedades físicas del suelo y biométricas en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Llanos Altos de Monagas

Effect of soil preparation systems on some soil physical properties and biometric properties in cassava in Monagas High Plains

Editor J. Rivas*; Ennodio Velásquez y Jesús Tenías Tenías

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maturín, Monagas. E-mails: erivas@inia.gov.ve; evelasquez@inia.gov.ve y jtenias@inia.gov.ve. *Autor para correspondencia

RESUMEN

El experimento fue instalado en la localidad de San Jaime, Estado Monagas, en un suelo Grossarenic Paleustults con la finalidad de evaluar algunas propiedades físicas del suelo y propiedades biométricas de la yuca con diferentes sistemas de labranza. Para la realización de este trabajo se utilizaron cuatro sistemas de preparación de suelo: Siembra directa, rastra (cuatro pases de rastra), cincel (dos pases cruzados) y cincel + rastra (dos pases de cincel cruzados seguido de dos pases de rastra). Las evaluaciones biométricas las constituyeron el rendimiento de raíces, diámetros de tallo y número de raíces totales, y las físicas fueron hechas en las capas de 0,0 – 0,10m, 0,10 – 0,20m y 0,20 – 0,30m tomando como referencias las variables densidad aparente, macroporosidad y resistencia a la penetración del suelo. El rendimiento de raíces en la siembra directa (25.739,6 kg/ha) fue más alta en comparación con los demás sistemas evaluados. El diámetro de tallo fue más alto con la rastra (2,7cm) y el número de raíces totales fue superior en el sistema cincel + rastra (5,5). La densidad aparente presentó, estadísticamente, un comportamiento similar y un valor máximo en los sistemas siembra directa, cincel + rastra y rastra. Igual situación presentaron los sistemas rastra, cincel y cincel + rastra con el % de macroporos. La resistencia a la penetración del suelo fue superior en la siembra directa seguido del cincel + rastra, rastra y cincel.

Palabras clave: Labranza, yuca, rendimiento, densidad aparente, resistencia a la penetración

ABSTRACT

The experiment was installed in the town of San Jaime, Monagas State in a Grossarenic Paleustults soil, in order to evaluate some soil physical properties and biometric properties in cassava, using different soil tilling systems. For the realization of this work, four systems of soil preparation were used: direct seeding, harrow (for harrow passes), chisel (two crossed chisel passes) and chisel plus harrow (two crossed chisel passes, followed by two harrow passes). The biometric evaluations were: root yield, shaft diameter and number of total roots; the physical evaluations were made in the layers of 0.0-0.10m, 0.10-0.20m and 0.20-0.30m, taking as reference the following variables: apparent density, macroporosity and penetration resistance. The yield of roots in the direct seeding (25,739.6 kg/ha) was higher in comparison with the other evaluated systems. The shaft diameter was higher when using the harrow (2.7cm) and the number of total roots was superior in the chisel plus harrow system (5.5). The apparent density showed a similar statistically behavior and a maximum value in the systems direct seeding, chisel, chisel plus harrow and harrow. The same behavior presented the systems harrow, chisel and chisel plus harrow in relation to the % of macropores. The penetration resistance was superior in the direct seeding, followed by chisel plus harrow, harrow and chisel.

Key words: Tillage, cassava, yield, apparent density, penetration resistance.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de labranza tienen por finalidad crear condiciones favorables en el suelo para un mejor desarrollo de los cultivos. No obstante, la aplicación de ellos sin tomar en consideración las condiciones edafoclimáticas del lugar, la naturaleza del cultivo y su manejo, pueden generar daños en la productividad de los cultivos. (Klute, 1982, Tormena *et al* 2004). En las regiones tropicales, los sistemas de

preparación de suelos con una mínima perturbación, propenden a mantener en la superficie una cantidad apreciable de residuos, los cuales controlan los procesos erosivos, reduciendo la degradación del suelo, y generando, por ende, un mejoramiento del medio ambiente (Lal, 2000). Estos sistemas representan una alternativa viable desde el punto de vista económico y conservacionista en el cultivo de la yuca (Oliveira *et al*, 2001). No obstante, otros autores afirman que estos sistemas de labranza producen

compactación en las capas superficiales, agregando además, que los cultivos de raíces tuberosas son sensible a este fenómeno, debido a baja tasa de difusión de oxígeno presente en el subsuelo (Klepker y Anghinoni, 1995).

En el Estado Monagas, la yuca es un cultivo que se siembra frecuentemente en los suelos arenosos de las sabanas bien drenadas del sur-oeste de Maturín, los cuales son bajos en nutrientes y materia orgánica y altamente susceptibles a la erosión hídrica y eólica (UDO, 1981). Actualmente la superficie sembrada de yuca en los llanos altos de Monagas es de aproximadamente 10.000 ha, bajo un sistema de preparación de suelos con rastra el cual, en el mejor de los casos, alcanza hasta cuatro pases por hectárea. Esta situación de preparación de suelos se realiza para eliminar las malezas y crear condiciones favorables en el suelo para la emergencia de las plántulas, pulverizando el suelo y contribuyendo a su degradación (Guevara, 2002). El objetivo de este estudio fue evaluar algunas propiedades físicas del suelo y propiedades biométricas de la yuca bajo diferentes sistemas de labranza, en un Ultisol de los llanos altos de Monagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en un área aledaña al caserío de San Jaime (N 9° 39,5'; E 63° 15') al sur-oeste de Maturín, durante el año agrícola 2002-2003, en un suelo Grossarenic Paleustults (MARNR, 1983). El clima de la región presentó una precipitación y evaporación anual de 1.304,1 y 2.281,1mm respectivamente, y una temperatura media anual de 27.5°C (Marcano, 2003). Antes de la implementación de los sistemas de preparación de suelo, se realizó una caracterización química en el horizonte Ap, en el cual la clase textural es arenosa, pH 5,0; 20,0 ppm de fósforo, 47 ppm de potasio, 100 ppm calcio y 22 ppm de magnesio. El fósforo y el potasio se determinaron por el método de Bray N°1, y el calcio y magnesio por Morgan modificado. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: rastra (4 pases con una rastra de 24 discos), cincel (2 pases cruzados a una profundidad aproximada entre 0,25m – 0,30m), cincel más rastra (dos pases cruzados de cincel a una profundidad aproximada entre 0,25m – 0,30m seguido de dos pases de rastra) y siembra directa. Cada parcela experimental presentó un área de 60m² y el diseño experimental utilizado fue en

parcelas divididas con tres repeticiones en el cual la parcela principal la constituyeron los sistemas de preparación del suelo y las subparcelas las profundidades de evaluación (0-0,10m; 0,10 – 0,20m y 0,20 – 0,30m)..

El experimento se estableció sobre la vegetación natural del lugar. Una semana antes de la siembra se pasó rotativa en el área experimental, a los fines de establecer las parcelas principales y seguidamente dar inicio el rastreo, subulado y aplicación del herbicida Glyfosato (4,0 l/ha) en las parcelas de siembra directa. La variedad de yuca utilizada fue la denominada “Pata e’ coítora”, sembrada en posición inclinada a una profundidad de 0,10m y con una fertilización básica a razón de 56 kg/ha de N, 56 kg/ha de P₂O₅ y 56 kg/ha de K₂O, de acuerdo al análisis de suelo. El espaciamiento entre hilo fue de 1,0m y entre plantas de 0,8m, para obtener una población de 12.500 plastas /ha.

A los seis meses de establecido el ensayo, se determinó la densidad aparente, macroporosidad y resistencia a la penetración en muestras de suelo no disturbadas de suelos, tomadas en el centro de las capas de 0,0 – 0,10m; 0,10 – 0,20m y 0,20 – 0,30m en cada parcela experimental, utilizando un toma muestra Uhland para determinar estos parámetros (se realizó un punto de muestreo por parcela experimental); El procesamiento en el laboratorio se realizó a través de la metodología propuesta por Pla (1983). La resistencia a la penetración se llevó a cabo con un penetrómetro de impacto de punta cónica 3,80 cm². En cada parcela experimental se hicieron dos evaluaciones de resistencia a las profundidades señaladas anteriormente, y un valor promedio de estas medidas fue tomado como representativo de cada parcela.

Con relación a las variables biométricas (rendimiento de raíces tuberosas, número de raíces totales y diámetro del tallo), las mismas fueron evaluadas en el momento de la cosecha, tomando para su estudio 20 plantas por parcelas. A través del análisis de la varianza se comparó el efecto de los sistemas de preparación del suelo en cada profundidad sobre cada variable biométrica determinada. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 1 y 5% de probabilidad. El paquete estadístico utilizado fue el SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Evaluación biométrica en el cultivo de yuca**

El cuadro 1 refleja los promedios de las variables rendimiento, diámetro del tallo y número de raíces totales.

Con relación al rendimiento, este no presentó significación en el ANAVAR ($p \leq 0,05$). El promedio general fue 24.468,7 kg/ha. Resultados similares fueron reportados por Zamorano *et al* (2001). El sistema de siembra directa produce una mejor retención de humedad y a la estratificación de nutrientes aplicados al suelo (Spain *et al*, 1996; Allmaras *et al*, 1985). Resultados disímiles fueron reportados por Oliveira *et al* (2001), en el cual el sistema de mínima preparación y el convencional produjeron mejor rendimiento que la siembra directa, en un suelo Typic Hapludults de la región noroeste del Paraná, Brasil.

El diámetro de tallo y el número de raíces totales no resultó significativo ($p \leq 0,05$) en el ANAVAR, los promedios fueron 2,6 cm y 5,4 raíces,

respectivamente. Resultados similares fueron reportados por Filho *et al* (2003).

Evaluación de las propiedades físicas del suelo

La interacción labranza * profundidad no resultó significativa ($p > 0,05$) en las variables densidad aparente, macroporosidad y resistencia a la penetración.

El cuadro 2 muestra que la densidad aparente en los sistemas de preparación de suelos: siembra directa, cincel + rastra y rastra fueron superiores al cincel ($p \leq 0,05$). Esta situación, probablemente, está asociada al grado de confinamiento superficial generado por el número de pasadas de la maquinaria en el caso de los sistemas que producen disturbación del suelo, y al no laboreo de la siembra directa. Afirmaciones similares fueron reportados por Tormena *et al* (1998b), Stone *et al* (2001). Menores valores de densidad aparente debido a la poca intensidad de laboreo con labranza convencional fueron reportados por Bonari *et al* (1995).

Cuadro 1. Efecto de los sistemas de labranza sobre el rendimiento, diámetro del tallo y número de raíces totales de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Sistemas de labranza	Rendimiento (Kg/ha)	Diámetro del tallo (cm)	Número de Raíces Totales
Rastra	24.770,8	2,7	5,4
Cincel	22.312,5	2,4	5,1
Cincel + rastra	25.052,0	2,6	5,5
Siembra directa	25.739,6	2,6	5,4
Promedios	24.468,7	2,6	5,4

Cuadro 2. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la densidad aparente (Mg/m^3) en yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Sistemas de labranza	Profundidad (m)			Promedios 1/
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	
Siembra directa	1,35	1,56	1,54	1,48 a
Cincel+ Rastra	1,38	1,55	1,47	1,47 a
Rastra	1,41	1,47	1,51	1,46 a
Cincel	1,33	1,44	1,46	1,41 b

1/ Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferente para la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$)

En el cuadro 3 se presentan los valores promedios de macroporosidad por sistemas de labranza. Se destaca en el Cuadro que los sistemas que disturbaron el suelo generaron mayor porcentaje de macroporosidad ($p \leq 0,05$) que la siembra directa. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos por Tormena *et al* (2002) y Spera *et al* (2004).

En los suelos con espesores de arenas superiores a 0,50m y muchos días secos en la época de lluvias, valores altos de macroporos con relación a los microporos producen déficit humedad en el suelo que para el cultivo de la yuca es crítico los primeros tres meses y a los cinco meses de sembrado.

Se han realizado estudios en suelos arenosos (Nacci *et al*, 1997) en el cual la tendencia a hacer más denso al suelo ha ayudado a disminuir la proporción de macroporos y por ende, a incrementar los niveles de microporos. En consecuencia, en estas sabanas arenosas sería muy beneficioso realizar una

mínima alteración del suelo a los fines de mejorar sus propiedades hídricas.

Con relación a la resistencia a la penetración del suelo, el Cuadro 4 muestra valores promedios en cada sistema de preparación de suelo.

El efecto de los sistemas de labranza sobre esta variable no fue significativo ($P > 0,05$), el promedio general fue 0,64 MPa. Resultados diferentes fueron reportados por otros estudios (de María *et al*, 1999; Rivas, *et al*, 1998; Tormena *et al*, 2002; Watanabe, 2001; Reyes *et al*, 2002). La resistencia a la penetración del suelo se incrementó con la profundidad del suelo, este incremento, probablemente, se debe a una densificación de las capas por efecto del desecamiento (Da Silva *et al*, 2004, Tormena *et al*, 2002).

No obstante, el sistema siembra directa obtuvo un alto rendimiento en raíces, ya que el valor promedio (0,69 MPa) de este sistema, esta por debajo del valor crítico de 2.0 MPa (Bengough *et al*, 2004b).

Cuadro 3. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la macroporosidad del suelo (%v/v) en yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Sistemas de labranza	Profundidad (m)			Promedios 1/
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	
Rastra	25,0	24,1	23,0	24,0 a
Cinzel	24,0	25,5	22,4	24,0 a
Cinzel+ Rastra	22,0	20,7	21,5	21,4 a
Siembra directa	18,0	18,6	18,0	8,2 b

1/ Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferente para la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$)

Cuadro 4. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la penetración del suelo (MPa) en yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Sistemas de labranza	Profundidad(m)			Promedios
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	
Siembra directa	0,26	0,91	0,91	0,69
Cinzel + Rastra	0,21	0,89	0,82	0,64
Rastra	0,20	0,77	0,89	0,62
Cinzel	0,16	0,74	0,85	0,59
Promedios	0,21	0,83	0,87	0,64

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de labranza: rastra; cincel; cincel + rastra y siembra directa produjeron iguales rendimientos de raíces, número de raíces totales y diámetro del tallo, con valores promedios de 24.468,7 kg/ha; 5,4 raíces y 2,6 cm, respectivamente.
2. La densidad aparente y la macroporosidad en el análisis de la varianza resultaron significativos. En este sentido, en la variable densidad aparente la rastra, cincel + rastra y siembra directa se comportaron de manera similar, presentando un mayor valor que aquella del cincel. Por otra parte, con la macroporosidad los sistemas rastra, cincel y cincel + rastra. Reflejaron igual comportamiento, mostrando un valor mayor a aquel de la siembra directa. Con relación a la resistencia a la penetración del suelo, los cuatro sistemas presentaron resultados similares con un promedio general de 0,64 MPa.

LITERATURA CITADA

- Allmaras, R.R.; P.W. Unger y D.E. Welkins. 1985. Conservation tillage systems and soil productivity. In: R.F. Follett and B.A. Stewart (editores). Soil erosion and crop productivity. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 357-413.
- Benghough, A.G., C.E. Mullins. 1990. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental Techniques and root growth response. *Journal of Soil Science*. 41: 341 – 358.
- Bonani, E., M. Mazzoricini and A. Peruzzi. 1975. Effects of conventional and minimum tillage on winter oil seed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil Tillage R*. 33 (2): 99 – 108.
- Da Silva V.R., J.M. reichert and D.J. Reinert. 2004. Spatial variability of the soil resistance to penetration in no tillage. *Cienc. Ruiral*. 43 (2): 399-406.
- De María, I.C., O. M. Castro y H. S. Dias. 1999. Atributos físicos do solo e crecimiento radicular de soya em lotossolo roxo sob diferentes método de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 23: 703-709.
- Filho, A.G., L. Strohhaecker y E. Fey. 2003. Profundidades e espacamento da mandioca no plantio direto na palha. *Ciencia Rural*, Santa Maria. 33 (2): 461 - 467.
- Guevara A.G. 2002. Una experiencia en mínima labranza para el manejo de siembras comerciales de yuca en el estado Monagas, Venezuela. Clayuca. Colombia. p. 1 – 12.
- Klepker, D. e I. Anghinoni. 1995. Características físicas e químicas do solo afectadas por métodos de preparo e modos de adubacao. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. 19: 395 - 401.
- Klute, A. 1982. Tillage effects on the hydraulic properties of soil; review in: D.M. Van Doren; R.R. Allmaras; D.R. Linden; F.O. Whisler (Ed.) *Predicting tillage effects on soil physical properties and processes*. Madison: ASA. Cap. 3, p. 29-43.
- Lal, R. 2000. Soil management in the developing countries. *Soil Science* 165 : 57 - 72.
- Marcano, M. 2003. Anuarios climáticos 1999 – 2000-2001-2002 y 2003. INIA, Monagas. p. 59.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos naturales Renovables (MARNR). 1983. Estudios preliminares de suelos Llanos altos del estado Monagas. Sector Maturín - Carángano – Punta de Mata- El Cedral. Series de Informe Técnicos. Zona 12 /II/55. Maturín. Venezuela. p.84.
- Naccí, S., E. Bisbal y J. V. Salazar. 1987. Efecto del método de labranza sobre las propiedades físicas de suelos arenosos de las Mesas Orientales de Monagas . FONAIAP. p. 23.
- Oliveira, J. O., P.S. Vidigal, C.A. Filho, M.G.Tormena, C.A. Pequeno, C.A. Scapim, A.S. Muniz y E. Sagrilo. 2001. Influencia de sistemas de preparo do solo na produtividade de mandioca. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 25: 443 – 450.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico con problemas de manejo y conservación de suelo en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad de Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela*. Alcance 32. p. 91.

- Reyes, J.I., P. Silva y E. Acevedo. 2002. Efecto de cuatro temporadas de cero labranza y manejo de rastrojo en las condiciones físicas y químicas de un suelo aluvial de la zona central de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. p. 1-123.
- Rivas, E., M. Rodríguez y U. Manrique. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento del maíz en los Llanos Altos del estado Monagas. Revista Agronomía Tropical 48 (2): 157 - 174.
- SAS. Statistical Analysis System Institute. 1999. SAS/TAT procedure guide for personal computers. Version 5, Cary. p. 334.
- Spain, J.M., M.A. Ayarza and L. Vilela. 1996. Crop – pasture rotations in the Brazilian Cerrados. In: proc. 1st Internacional symposium on tropical savannas. Centro de Pesquisa Agropecuaria dos cerrados (CPAC). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA). Brasília. p. 39-45.
- Spera, S.T., H. P. Santos, R.S. Fontaneli y G.O. Tomm. 2004. Efeito de sistemas de producao de graos envolvendo partagens sob plantio directo nos atributo fisicos de solo e na produtividade. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 28: 533 – 542.
- Stone, L.F., P.M. Silveira. 2001. Efeito do sistema da preparo e da rotacao de cultura na porosidade e densidade do solo. Revista Brasileira de ciencia do Solo 25: 395 - 401.
- Tormena, C.A. M.C. Barbocosa, A.C. Saraiva Da Costa y A.C. Goncalves,. 2002. Densidade, porosidade e resistencia a penetracao em latossolo cultivado sob diferentes sistemas da preparo do solo. Scientia Agrícola. 59 (4):.795-801.
- Tormena, C, A., G. Roloff, J. C. M. S 1998. Propiedades físicas do solo sob plantio directo influenciado por Calagem, preparo inicial e tráfigo. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 22: 301 – 309.
- Universidad de Oriente. 1981. Estudio de suelos preliminares de un sector del proyecto D. S. M. A. Trabajo realizado para LAGOVEN, S.A. Maturín, Venezuela.
- Watanabe, S. H. 2001. Caracterizacao da qualidade física de un latossolo vermelho destrófico sob diferentes sistemas de preparo. Dissertacao (Maestrado). Universidad Estadual de Maringá. p. 68.
- Zamorano, A., B. Rafael y M. Prager. 2001- 2002. Efecto de cinco sistemas de manejo del suelo en las propiedades físicas de un Typic Distrandept en Peidamó, Cauca. Acta Agronómica 51: 61 – 67.