

# Efecto a corto plazo del tipo de labranza y el uso de cobertura sobre las propiedades químicas y físicas del suelo, bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo

Short term effect of tillage and mulch on the chemical and physical properties, of the soil under conditions of the Maracaibo's plain

L. Mármol<sup>1</sup>, A. Higuera<sup>2</sup>, M. Larreal<sup>1</sup> y J.J. Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería, Suelos y Aguas, <sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), Av. Goajira, Ciudad Universitaria, Núcleo Agropecuario. Maracaibo, Venezuela.

## Resumen

Se evaluó el efecto a corto plazo de la LR (un pase de rastra), LC (tres pases de rastra) y el uso de cobertura muerta de *Cenchrus ciliaris* L. (10 Mg.ha<sup>-1</sup>) sobre algunas propiedades químicas y físicas de un suelo Typic Paleargids cultivado con sorgo. El diseño experimental fue un factorial 2<sup>2</sup> en parcelas divididas con ocho repeticiones. La caracterización del suelo se realizó después de la cosecha a dos profundidades: 0-10 y 10-20 cm. Las variables pH, CE, K<sup>+</sup>, Da, porosidad total, macroporosidad y conductividad hidráulica a saturación al momento de la cosecha no presentaron diferencias significativas (P≥0,05) en ambas profundidades. El contenido de carbono orgánico y fósforo extraíble fue afectado por la labranza y la cobertura. La labranza reducida y el uso de cobertura mejoran el contenido de carbono orgánico y fósforo extraíble en los 10 cm superficiales del suelo bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo.

**Palabras clave:** Agricultura conservacionista, mecanización.

## Abstract

The short-term effect of LR (one harrowing), LC (three harrow passes) and the use of dead CV *Cenchrus ciliaris* L. were evaluated (10 Mg.ha<sup>-1</sup>) on the chemical and physical properties of the soil Typic Paleargids cultivated sorghum.

A 2<sup>2</sup> split plot design was used with eight reps. The soil characterization was performed after harvest at two depths: 0-10 and 10-20 cm. pH, EC, K<sup>+</sup>, Da, total porosity, macroporosity and saturated hydraulic conductivity at harvest time were not significantly different ( $P \geq 0.05$ ) at both depths. The content of organic carbon and extractable phosphorus was affected by tillage and mulch. Reduced tillage and coverage improve using organic carbon content and extractable phosphorus compared with three passes of harrow applied to sorghum in Maracaibo's plain.

**Key words:** Conservation agriculture, mechanization.

## Introducción

El uso de cobertura vegetal es una práctica que incide positivamente en la productividad y sustentabilidad porque reduce la evaporación del agua, incrementa la disponibilidad de nutrientes para cultivos sucesivos, aporta materia orgánica a través de su incorporación al suelo, controla malezas, reduce la erosión, incrementa la infiltración y mejora las condiciones químicas y biológicas del suelo (Giller *et al.*, 2009).

La combinación de prácticas de labranza con cobertura puede tener efectos sinérgicos sobre las propiedades del suelo. Por otra parte, las interacciones entre las condiciones del suelo, el manejo y los cultivos se ven influidos por la variabilidad dentro de un sistema, por lo tanto, la adopción del sistema más apropiado de labranza-cobertura para el suelo es esencial Obalum y Obi (2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto a corto plazo de la LR (un pase de rastra), LC (tres pases de rastra) y el uso de CV muerta de *Cenchrus ciliaris* L. (10 Mg.ha<sup>-1</sup>) sobre algunas propiedades químicas y físicas de un suelo Typic Paleargids cultivado con sorgo.

## Introduction

The use of vegetal cover is a practice that agrees positively in the productivity and sustainability, because it reduces the water evaporation, increases the nutrients availability for successive crops, provide the organic matter through the incorporation to the soil, control the weeds, reduce the erosion, increase the infiltration and improve the chemical and biological conditions of the soil (Giller *et al.*, 2009).

The combination of tillage practices with cover might have synergic effects on the soil properties. On the other hand, the interactions among the soil conditions, the handle and the crops are influenced by the variability inside a system; therefore, the adoption of the most appropriate tillage-cover system for the soil is essential, Obalum and Obi (2010).

The aim of this research was to evaluate the short-term effect of the RT (one harrowing), CT (three passes of harrow) and the use of dead vegetal cover of *Cenchrus ciliaris* L. (10 Mg.ha<sup>-1</sup>) on some chemical and physical properties of the soil Typic Paleargids cropped with sorghum.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en la granja Ana María Campos, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad del Zulia, ubicada en el km 7 de la carretera vía La Cañada, Maracaibo, Venezuela (10° 33' N - 71° 43' O). El área corresponde a una zona de vida de bosque muy seco tropical según Holdridge (Ewel y Madriz, 1968), con una elevación de 30 msnm, precipitación anual de 400 a 600 mm con una distribución bimodal, temperatura media de 28°C y 76% de humedad relativa.

El diseño experimental fue un factorial 2<sup>2</sup> en parcelas divididas (Dos tipos de labranzas-dos coberturas), con ocho repeticiones. El factor labranza fue representado por dos niveles: labranza reducida (un pase de rastra) y labranza convencional (tres pases de rastra), el cual fue asignado a la parcela principal. El uso o no de cobertura fue considerado como efecto secundario, de esta manera resultaron los tratamientos:

LR-SC: Labranza reducida sin cobertura

LR-CC: Labranza reducida con cobertura

LC-SC: Labranza convencional sin cobertura

LC-CC: Labranza convencional con cobertura

La unidad experimental consistió de cuatro hileras de 5 m de largo separadas a 0,5 m. La separación entre plantas fue de 10 cm, considerando las dos hileras centrales como efectivas.

En la mitad del área se realizó un pase de rastra (labranza reducida) y en la otra mitad se realizaron tres pases de rastra (labranza convencio-

## Materiales y métodos

The research was done at the farm Ana María Campos, Agronomy Faculty, Universidad del Zulia, located in Km 7, on the way to La Cañada, Maracaibo, Venezuela (10° 33' N - 71° 43' W). The area corresponds to a very dry tropical life area, according to Holdridge (Ewel and Madrid, 1968), at 30 masl, annual precipitation from 400 to 600 mm and bimodal distribution, mean temperature of 28°C and 76% relative humidity.

A 2<sup>2</sup> split plot design was used (two types of tillage-two mulches), with eight replications. Tillage was represented by two levels: reduced tillage (one pass of harrow) and conventional tillage (three passes of harrow), assigned to the main plot. The use or not use of the mulch was considered as a secondary effect, thus, emerging the treatments:

RT-WTM: reduced tillage without mulch

RT-WM: reduced tillage with mulch

CT-WTM: conventional tillage without mulch

CT-WM: conventional tillage with mulch

The experimental unit had four rows of five-meter length divided at 0.5 m. The separation among plants was of 10cm, considering the two central rows as effective.

In the middle of the area one harrow was passed (reduced tillage) and in the other half three harrows were passed (conventional tillage). All the area was sowed with sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Möench) HIMECA 101 hybrid, using a manual

nal). Toda el área fue sembrada con semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Möenck) híbrido HIMECA 101, utilizando una sembradora manual Planet Jr. a chorro corrido, con un posterior entresaque hasta conseguir una densidad de siembra de una planta cada 10 cm. Una semana después de la siembra se realizó una aplicación de 400 kg de la fórmula completa 15-15-15, en bandas al lado de cada hileras y un reabono con urea 30 días después de la siembra (100 kg.ha<sup>-1</sup>). Para el control de las malezas se realizó una aplicación de Glifosato a una dosis de 2 L.ha<sup>-1</sup>. El control de insectos plaga, principalmente gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizó con Metamidofos en dosis de 0,75 L.ha<sup>-1</sup>. Se utilizó riego por aspersión.

Los análisis estadísticos fueron efectuados empleando el paquete estadístico SAS (SAS-Institute, 1985). Se realizaron análisis de varianza mediante el procedimiento GLM y separación de medias por mínimos cuadrados.

El sitio experimental fue muestreado, con fines de caracterización, antes de iniciar el ensayo a las profundidades de 0-10 cm y de 10-20 cm, los resultados se muestran en los cuadros 1 y 2, observándose que es un suelo arenoso de baja fertilidad y ácido, clasificándose de acuerdo al Soil Taxonomy como un suelo de textura superficial arenosa bien drenado (Polar, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica, Typic Paleargids) con pendiente plana y el horizonte argílico a más de 25 cm de profundidad. Al momento de la cosecha se realizó el muestreo del suelo en cada unidad experimental en ambas profundidades.

drill Planet Jr, with posterior thinning until reaching a plant sowing density every 10 cm. A week after the sow, 400 kg of the complete formula 15-15-15 was applied, on the side of each row and re-manure with urea 30 days after the sowing (100 kg.ha<sup>-1</sup>). For controlling the weeds, glyphosate was applied at a 2 L.ha<sup>-1</sup> dose. The control of pest insects, mainly the armyworm (*Spodoptera frugiperda*), was performed with methamidophos at a dose of 0.75 L.ha<sup>-1</sup>. Irrigation was done by aspersion.

The statistical analysis were done employing the statistical software SAS (SAS-Institute, 1985). Variance analyses were performed with the GLM procedure and mean separation by minimal squares.

The experimental design was sampled with the aim of characterizing, before starting the essay at depths from 0-10 cm to 10-20 cm, the results are presented in table 1 and 2, observing that it is a low fertility and acid sandy soil, classified according to the Soil Taxonomy, as a soil with good drainage, superficial and sandy (Polar, fine loamy, clayey, isohyperthermal Typic Paleargids) with flat plans and an argillic horizon with more than 25 cm of depth. At the moment of the harvest, the soil sample was done on each experimental unit in both depths.

## Results and discussion

The pH, CE and K<sup>+</sup> variables, at the moment of the harvest, did not present significant differences (P≥0.05) in both depths, these results vary in some short-term researches,

**Cuadro 1. Algunas características del suelo evaluado.****Table 1. Some characteristics of the evaluated soil.**

Profundidad cm	pH	CE dS.m <sup>-1</sup>	CO %	P mg.kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> Cmol.kg <sup>-1</sup>	Ca Cmol.kg <sup>-1</sup>	Mg Cmol.kg <sup>-1</sup>	Clase textural
0-10	6,28	0,1	0,55	15,5	0,09	1,6	0,9	a
10-20	6,05	0,1	0,33	6,8	0,09	1,3	0,9	a

pH por el método potencimétrico en relación 1:2; carbono orgánico por combustión húmeda; fósforo disponible por Bray I; potasio intercambiable por acetato de amonio; calcio y magnesio intercambiable por acetato de amonio; textura por el método del hidrómetro (Sparks *et al.*, 1996).

**Cuadro 2. Valores promedios de densidad aparente (Da), porosidad total (PT), macroporosidad (M) y conductividad hidráulica saturada (Ks) del suelo evaluado.**

**Table 2. Average values of the apparent density (AD), total porosity (TP), macroporosity (M) and Saturated hydraulic conductivity (Ks) of the evaluated soil.**

Prof.	Da (Mg.m <sup>-3</sup> )	PT (%)	M (%)	Ks (cm.h <sup>-1</sup> )
0-10	1,61	38,74	12,51	10,47
10-20	1,65	37,41	11,84	9,86

(Pla, 1983)

## Resultados y discusión

Los variables pH, CE y K<sup>+</sup> al momento de la cosecha no presentaron diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) en ambas profundidades, estos resultados varían en varios estudios de corta duración atribuyéndose como causas el tipo de suelo, condiciones agroecológicas y tipo de cultivo, siendo esta información sobre el efecto inmediato de la incorporación de prácticas no evaluadas de gran utilidad ya que se requieren ir implementando en búsqueda de sistemas conservacionistas de producción (Obalum *et al.*, 2011).

El contenido de carbono orgánico y fósforo extraíble fue afectado por la labranza y la cobertura en la profundidad 0-10 cm, presentando los mayores valores el tratamiento LR-CC con 1,09% y 23,6 mg.kg<sup>-1</sup> respectivamente, este efecto no se observó en el tratamiento LC-CC debido a la distribución del aporte orgánico de la cobertura en los 20 cm superficiales del suelo (cuadros 3 y 4). El mayor contenido de carbono orgánico coincide con lo encontrado por Glab y Kulig (2008) en un estudio del efecto a corto plazo de la

atribuyendo as the causes the type of soil, agroecologic conditions and type of crop, being this information about the immediate effect of the incorporation on none-evaluated practice very useful, since it is required to look for production preservation systems (Obalum *et al.*, 2011).

The content of organic carbon and extracted phosphorous was affected by tillage and the cover in the depth 0-10 cm, presenting the highest values the treatment RT-WM with 1.09% and 23.6 mg.kg<sup>-1</sup> respectively, this effect was not observed in the CT-WTM treatment, due to the distribution of the organic provision of the cover at 20 cm superficial of the soil (tables 3 and 4).

The highest content of organic carbon agrees to Glab and Kulig (2008) in a research about the short-term effect of the tillage and cover, being this last the determining practice in the increment of organic carbon. This increment of the organic matter might have influenced in the content of extractable phosphorous by the positive effect of the organic matter

**Cuadro 3. Valores de pH, carbono orgánico (CO), fósforo extraíble (P) y potasio intercambiable (K) momento de la cosecha (profundidad 0-10 cm).**

**Table 3. Values of pH, organic carbon (CO), extractable phosphorous (P) and interchangeable potassium (K) at the moment of the harvest (depth 0-10 cm).**

**Table 3. Values of pH, organic carbon (CO), extractable phosphorous (P) and interchangeable potassium (K) at the moment of the harvest (depth 0-10 cm).**

Tratamiento	pH	CO (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )
Labranza reducida + sin cobertura	6,21 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>	19,8 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>
Labranza reducida + con cobertura	6,19 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	23,6 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>
Labranza convencional + sin cobertura	6,23 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	19,8 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>
Labranza convencional + con cobertura	6,22 <sup>a</sup>	0,73 <sup>b</sup>	20,4 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>

Medias seguidas de letras diferentes para cada mezcla son diferentes estadísticamente (P<0,05).

labranza y la cobertura, siendo esta última la práctica determinante en el aumento del carbono orgánico. Este mismo incremento de la materia orgánica pudo influir en el mayor contenido de fósforo extraíble por el efecto positivo de la materia orgánica sobre la disponibilidad de este elemento.

on the availability of this element. Obalum *et al.* (2011) is a loamy sandy soil (Typic Paleustults) found different responses when evaluating the tillage and cover with two different crops, sorghum and soy, evidencing that the soil cropped with sorghum presented higher contents of available

**Cuadro 4. Valores de pH, carbono orgánico (CO), fósforo extraíble (P) y potasio intercambiable (K) momento de la cosecha (profundidad 10-20 cm).**

**Table 4. Values of pH, organic carbon (CO), extractable phosphorous (P) and interchangeable potassium (K) at the moment of the harvest (depth 10-20 cm).**

Tratamiento	pH	CO (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )
Labranza reducida + sin cobertura	1,66	0,36	7,2	0,11
Labranza reducida + con cobertura	1,67	0,38	7,0	0,10
Labranza convencional + sin cobertura	1,67	0,36	6,9	0,10
Labranza convencional + con cobertura	1,64	0,39	7,3	0,13

Obalum *et al.* (2011) en un suelo arenoso francoso (Typic Paleustults) encontraron respuestas diferentes al evaluar la labranza y cobertura con dos cultivos diferentes, sorgo y soya, encontrando que el suelo cultivado con sorgo presentó mayores contenidos de fósforo disponible bajo labranza convencional y cobertura en comparación con el suelo cultivado con soya.

La porosidad total, macroporosidad y conductividad hidráulica a saturación del suelo al momento de la cosecha no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en ambas profundidades probablemente debido a la textura arenosa (cuadros 5 y 6). Esto difiere con los resultados de Glab y Kulig (2008), quienes encontraron diferencias significativas en las propiedades físicas del suelo evaluando el efecto de la labranza reducida y convencional en combinación con cobertura en un suelo arcilloso francoso, lo cual es una condición contrastante con el suelo de esta investigación, atribuyendo las diferencias principalmen-

phosphorous under conventional tillage and cover compared to the soil cropped with soy.

The total porosity, macroporosity and hydraulic conductivity at the soil saturation at the moment of the harvest, did not present significant differences ( $P > 0.05$ ) in both depths, maybe due to the sandy texture (tables 5 and 6). This differs to Glab and Kulig (2008), who found significant differences in the physical properties of the soil, evaluating the effect of the reduced and conventional tillage in combination to a cover in a loamy clayey soil, which is a contrasting condition to the soil of this research, mainly attributing the differences to the provision of organic matter due to the cover. Obalum and Obi (2010) mention that besides the increment of TP and Ks with the conventional tillage in sorghum, the rest of the physical properties were not affected by tillage and the cover in a loamy-sandy soil.

**Cuadro 5. Valores de densidad aparente (Da), porosidad total (PT), macroporosidad (M) y conductividad hidráulica a saturación (Ks) del suelo al momento de la cosecha (profundidad 0-10 cm).**

**Table 5. Values of apparent density (AD), total porosity (TP), macroporosity (M) and hydraulic conductivity in the soil saturation (Ks) at the moment of the harvest (depth 0-10 cm).**

Tratamiento	Da (Mg.m <sup>-3</sup> )	PT (%)	M (%)	Ks (cm.h <sup>-1</sup> )
Labranza reducida + sin cobertura	1,63	38,74	12,51	10,47
Labranza reducida + con cobertura	1,60	38,81	12,66	10,55
Labranza convencional + sin cobertura	1,62	38,77	12,56	10,19
Labranza convencional + con cobertura	1,64	38,70	12,48	10,29



**Cuadro 6. Valores de densidad aparente (Da), porosidad total (PT), macroporosidad (M) y conductividad hidráulica a saturación (Ks) del suelo al momento de la cosecha (profundidad 10-20 cm).**

**Table 6. Values of the apparent density (AD), total porosity (TP), macroporosity (M) and hydraulic conductivity in the soil saturation (Ks) at the moment of the harvest (depth 10-20 cm).**

Tratamiento	Da (Mg.m <sup>-3</sup> )	PT (%)	M (%)	Ks (cm.h <sup>-1</sup> )
Labranza reducida + sin cobertura	1,65	37,41	11,84	9,86
Labranza reducida + con cobertura	1,64	37,45	11,90	9,80
Labranza convencional + sin cobertura	1,68	37,35	11,75	9,71
Labranza convencional + con cobertura	1,69	37,30	11,70	9,75

te al aporte de materia orgánica debido a la cobertura. Obalum y Obi (2010) señalan que aparte del incremento de PT y Ks con labranza convencional bajo el cultivo de sorgo, el resto de las propiedades físicas no se vieron afectadas por la labranza y la cobertura en un suelo areno francoso.

## Conclusiones

Los resultados muestran que el tiempo de evaluación no fue suficiente para generar diferencias consistentes en las características químicas de suelo estudiados, más allá del mayor contenido de carbono orgánico y fósforo extraíble de 0 a 10 cm de profundidad en el tratamiento LR-CC.

En el corto plazo la reducción de la intensidad de la labranza no afectó las propiedades físicas evaluadas bajo las condiciones estudiadas, pero es preferible utilizar la labranza reducida ya que requiere un menor gasto energético, los efectos a largo plazo deben ser estudiados.

## Conclusions

The results show that the evaluation time was not enough to generate consistent differences in the chemical characteristics of the studied soils, excepting the highest content of organic carbon and extractable phosphorous from 0 to 10cm of depth in the RT-WM treatment.

At short-term, the reduction of the tillage intensity did not affect the physical properties evaluated under the studied conditions, but it is better to use the reduced tillage since it implies a lower energetic waste; however, the long-term effects must be studied.

Long term essays are necessary to validate and determine the efficiency of these agronomy practices to improve the soil conditions and keep the productivity.

*End of english version*

Ensayos de campo de larga duración son necesarios para validar y determinar la eficacia de estas prácticas agronómicas para mejorar las condiciones del suelo y mantener la productividad.

## Literatura citada

- Ewel, J, y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 265 pp.
- Giller, K., E. Witter, M. Corbeels y P. Tittonell. 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: the heretic's view. *Field Crops Research* 114: 23-34.
- G<sup>3</sup>ab, T. y B. Kulig. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). *Soil & Tillage Research*. 99: 169-178
- Mupangwa, W, S. Twomlow y S. Walker. 2013. Cumulative effects of reduced tillage and mulching on soil properties under semiarid conditions. *Journal of Arid Environments*. 91: 45-52.
- SAS Institute, Inc. 1985. SAS User's guide: Statistics. 5<sup>th</sup> edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sparks, D.L. (ed.). 1996. *Methods of Soil Analysis: Part 3. SSSA and ASA*, Madison, WI.
- Obalum, S. y M. Obi. 2010. Physical properties of a sandy loam Ultisol as affected by tillage-mulch management practices and cropping systems. *Soil & Tillage Research*. 108: 30-36
- Obalum, S., I. Okpara, M. Obi, T. Wakatsuki, y T. Wakatsuki. 2011. Short term effects of tillage-mulch practices under sorghum and soybean on organic carbon and eutrophic status of a degraded Ultisol in Southeastern Nigeria. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 393-403.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. *Revista Alcance* N° 32. 94 p.