

Efecto a corto plazo del tipo de labranza y el uso de cobertura sobre las características biométricas del cultivo de sorgo, bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo

Short term effect of tillage and mulch on sorghum biometric characteristics, under conditions of the Maracaibo's plain

A. Higuera¹, L. Mármol², M. Larreal² y J.J. Moreno²

¹Departamento de Agronomía, ²Departamento de Ingeniería, Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela.

Resumen

Se evaluó el efecto a corto plazo de la labranza reducida (un pase de rastra), la labranza convencional (tres pases de rastra) y el uso de cobertura muerta de *Cenchrus ciliaris* L. (10 Mg.ha⁻¹) sobre las características biométricas del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Möench) bajo riego. Probándose dos tipos de labranza: reducida sin cobertura, reducida con cobertura, convencional sin cobertura y convencional con cobertura, en un suelo Typic Paleargids. El diseño experimental fue un factorial 2² con ocho repeticiones. La unidad experimental utilizada constó de cuatro hileras de cinco metros separadas a 0,5 m con 50 plantas por hilera de sorgo HIMECA 101. Las variables evaluadas, altura de planta, inserción de la hoja bandera, longitud de la panoja y biomasa de tallos y hojas, resultaron estadísticamente iguales. El uso de cobertura vegetal y la interacción sistema de labranza por uso de cobertura vegetal provocaron efectos significativos sobre el rendimiento. El sistema de labranza no provocó efectos significativos entre tratamientos y la reducción de su intensidad no afectó el rendimiento. El uso de cobertura mejoró el rendimiento en grano del sorgo, bajo las condiciones de estudio.

Palabras clave: Agricultura conservacionista, mecanización.

Abstract

The effect of reduced tillage (one pass of harrow), conventional tillage (three harrow passes) and the use of mulch of *Cenchrus ciliaris* L. (10 Mg.ha⁻¹) on biometric characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) crop trying on two types of tillage: reduced without coverage, reduced coverage, conventional and conventional uninsured coverage, in a Typic Paleargids. The experimental design was a factorial 2² with eight reps. The experimental unit used consisted of four rows of 5 m to 0.5 m apart with 50 plants per row of sorghum HIMECA 101. The variables evaluated were: Plant height, flag leaf insertion, panicle length and biomass of stems and leaves were statistically equal. The use of mulch and tillage system interaction by using vegetation caused significant effects on yield. The tillage caused no significant effects between treatments and the reduction of its intensity did not affect performance. Use of mulching improved sorghum grain yield under the study conditions.

Key words: Conservation agriculture, mechanization.

Introducción

La labranza es una práctica que ha sido adoptada porque incorpora restos de cosechas, malezas, enmiendas y fertilizantes; lo cual es necesario para algunos sistemas de siembra; acelera la mineralización de la materia orgánica del suelo aportando mayores cantidades de nutrientes; ayuda a controlar algunas plagas y enfermedades; y proporciona una solución temporal a condiciones de compactación. Esta práctica presenta aspectos negativos como lo son: elevado costo, acelera la oxidación de la materia orgánica del suelo, destruye los poros dejados por las raíces y la actividad biológica, destruye la estructura del suelo, produce sellado superficial, reduce la infiltración de agua, incrementa la escorrentía y la erosión hídrica. El suelo seco después de la labranza es susceptible a la erosión eólica. Es por esto que debe evaluarse la reducción de la labranza para lograr la

Introduction

Tillage is a practice that has been reported because it incorporates harvest wastes, weeds, amendments and fertilizers, which is necessary for some crop systems, accelerates the mineralization of the organic matter of the soil providing more quantities of nutrients, helps to control some pests and diseases and provides a temporal solution to compacting conditions. This practice presents negative aspects, such as: high costs, accelerates the oxidation of the organic matter of the soil, destroys the pores left by the roots and the biologic activity, destroys the soil structure, produces superficial sealing, reduces the water infiltration, increases the runoff and the water erosion. The dry soil after tillage is sensitive to the wind erosion. Thus, the tillage erosion should be evaluated to obtain the sustainability of the system (Hobbs, 2007).

sostenibilidad del sistema (Hobbs, 2007).

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 biológicas del suelo. Su efecto sobre cada condición dependerá de múltiples factores (Baudron *et al.*, 2012).

La combinación de las prácticas de labranza reducida y cobertura vegetal bajo diferentes condiciones ha resultado una forma factible para incrementar la productividad de diferentes cultivos de manera sostenible (Hobbs, 2007). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto a corto plazo del tipo de labranza y el uso de cobertura sobre las características biométricas del cultivo de sorgo, bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la granja Ana María Campos, de la Facultad de Agronomía, 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.

The use of mulch is a practice that has a positive effect in the productivity and sustainability, because it reduces the water evaporation, increases the availability of nutrients for successive crops, provides organic matter through its incorporation to the soil, control weeds, reduces the erosion, increases the infiltration and improves the biologic conditions of the soil. Its effect on each condition will depend on multiple factors (Baudron *et al.*, 2012).

The practice combination of reduced tillage and mulch under different conditions has resulted into a feasible way to increase the productivity of different crops in a sustainable way (Hobbs, 2007). The aim of the research was to determine the effect at short term the type of tillage and the use of mulch on the biometric characteristics of sorghum, under the conditions of Maracaibo's plain.

Materials and methods

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 2² split plot design was used (two types of tillage-two mulches), with eight replications. Tillage was represented by two levels: reduced

El diseño experimental fue un factorial 2^2 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), asignada 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 contó de cuatro hileras de cinco metros 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 de realizaron tres pases de rastra (labranza convencional). Toda el área fue sembrada con semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Möench) 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 hilera y un reabono con urea 30 días después de la siembra (100 kg.ha⁻¹). Para el control de las malezas se realizó una aplicación de Glifosato a una dosis de 2 L.ha⁻¹. El control de insectos plagas, principalmente gusano

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 0.5m. The separation among plants was of 10 cm, 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 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⁻¹). For controlling the weeds, glyphosate was applied at a 2 L.ha⁻¹ dose. The control of pest insects, mainly the armyworm (*Spodoptera frugiperda*), was performed with methamidophos at a dose of 0.75 L.ha⁻¹. Irrigation was done by aspersion.

The evaluated variables were height of the plant (HP), insertion of the initial leaf (IIL), thickness of the stem (TS), weight of 100 seeds (P100), yield of the grain (YG) and aerial

cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizó con Metamidofos en dosis de 0,75 L.ha⁻¹. Se utilizó riego por aspersión.

Las variables evaluadas fueron altura de planta (AP), inserción de la hoja bandera (IHB), grosor del tallo (GT), peso de 100 semillas (P100), rendimiento de grano (RG) y biomasa aérea (PSA). La AP se midió con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la inserción de la panoja. El GT se midió con un vernier. El P100 se obtuvo a partir de las semillas secas. El RG fue determinado desgranando las panojas, pesando los granos y calculando el rendimiento ajustado a 12% de humedad. La PSA se obtuvo secando en estufa a 70°C por 48 horas la parte aérea de las plantas en metro lineal de cada repetición.

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 a las profundidades de 0-10 cm y de 10-20 cm, los resultados se muestran en el cuadro 1, 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 (Serie Polar francosa fina, caolinítica, isohipertérmica Typic Paleargids) con pendiente plana y el horizonte argílico a más de 25 cm de profundidad.

Resultados y discusión

El análisis de varianza no mostró un efecto significativo ($P \geq 0,01$) de los tratamientos sobre las variables AP,

biomass (AB). The HP was measured with a metric tape from the base of the plant until the insertion of the panicle. The TS was measured with a vernier. The P100 was obtained after the dry seeds. The YG was determined shelling the panicles, weighting the grains and calculating the yield adjusted to 12% of humidity. The AB was obtained drying in the stove at 70°C for 48 hours, the aerial part of the plants in lineal meter of each replication.

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 at depths from 0-10 cm to 10-20 cm, the results are presented in table 1, 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 series fine loamy, clayey, iso-hyperthermal Typic Paleargids) with flat plans and an argillic horizon with more than 25 cm of depth.

Results and discussion

The variance analysis did not show a significant effect ($P \geq 0.01$) of the treatments on the variables HP, IIL, P100 and AB (tables 2 and 3), indicating that the changes provoked to the soil by the type of tillage and the use of mulch did not modify the morphology of the plant, this differs to what Al-rawahi *et al.* (2011) said, who report that the use of mulch resulted in higher values of the growing

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

Profundidad cm	pH	CE dS.m ⁻¹	CO %	P mg.kg ⁻¹	K cmol.kg ⁻¹	Ca cmol.kg ⁻¹	Mg cmol.kg ⁻¹	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

IHB, P100 y PSA (cuadros 2 y 3), indicando que los cambios provocados al suelo por el tipo de labranza y el uso de cobertura no modificaron la morfología de la planta, esto difiere de lo encontrado por Al-rawahi *et al.* (2011) quienes reportan que el uso de cobertura resultó en mayores valores de los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivo de sorgo pero coincide con la variable GT, la cual fue afectada significativamente ($P \leq 0,01$) por los tratamientos, siendo la labranza convencional sin cobertura (5,62 cm) el manejo que produjo el menor GT, condicionando a las plantas a ser más susceptible al acame sobre todo en presencia de enfermedades fungosas del talo.

El análisis de varianza determinó que el uso de cobertura vegetal provocó un efecto significativo ($P \leq 0,01$) así como la interacción sistema de labranza y uso de cobertura vegetal ($P \leq 0,06$), sobre el rendimiento. Este resultado puede ser atribuido, aun cuando se cultivó bajo riego, a que el uso de cobertura vegetal disminuye la evaporación de agua del suelo, mejora las condiciones biológicas y disminuye el sellado superficial incrementado el agua infiltrada (Dahiya *et al.*, 2007). La ausencia de efecto positivo de la labranza reducida sobre el rendimiento difiere de lo encontrado por Moroke *et al.* (2011), quienes señalan que ésta tiene un alto potencial para estabilizar o incrementar los rendimientos del cultivo del sorgo en las regiones semiáridas del mundo, este potencial está asociado a la modificación de las condiciones que permiten mejorar la disponibilidad de agua para los cultivos. El efecto de la cobertura concuerda con lo encontrado por Ewulo *et al.* (2011), quienes

parameters evaluated ($P \leq 0,01$) in the crop of sorghum, but agrees to the TS variable, which was significantly affected by the treatments, being the conventional tillage without mulch (5.62 cm) the handle that produced the lowest TS, conditioning the plants to be more sensitive to flattening, especially in presence of fungi diseases of the stem.

The variance analysis determined that the use of mulch caused a significant effect ($P \leq 0.01$), as well as the interaction of the tillage system and use of mulch ($P \leq 0.06$), on the yield. This result might be attributed, even when cropped under irrigation, that the use of mulch reduces the water evaporation of the soil, improves the biologic conditions and reduces the superficial sealing increasing the filtered water (Dahiya *et al.*, 2007). The absence of the positive effect of reduced tillage on the yield differs to Moroke *et al.* (2011), who mention that it has a high potential to stabilize or increase the yields of sorghum in semi-arid regions of the World, this potential is related to the modifications of the conditions that allow improving the water availability of the crops. The effect of the cover agrees to Ewulo *et al.* (2011), who found a significant effect of the sorghum yield by the use of mulch in the southeast of Nigeria.

This result differs to Agbede and Ojeniyi (2009), who evaluating the different tillage systems and mulch on the crop of sorghum found yield increments at the time that reduced the tillage intensity but did not find any mulch effect.

The effect on the yield, but not on most of the evaluated growing va-

Cuadro 2. Efecto de la labranza y la cobertura sobre la AP, IHB, LP, P100 y GT del sorgo.**Table 2. Tillage and mulch effect on the HP, IIL, LP, P100 and TS of the sorghum.**

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Inserción de la hoja bandera (cm)	Longitud de la panoja (cm)	Peso de 100 semillas(g)	Grosor del tallo(cm)
Labranza reducida + sin cobertura	146,93 ^a	106,50 ^a	39,91 ^a	2,339 ^a	5,84 ^{ab}
Labranza reducida + con cobertura	143,50 ^a	103,59 ^a	40,43 ^a	2,348 ^a	5,98 ^{ab}
Labranza convencional + sin cobertura	138,04 ^a	98,90 ^a	39,14 ^a	2,139 ^a	5,65 ^a
Labranza convencional + con cobertura	141,23 ^a	101,16 ^a	40,06 ^a	2,528 ^a	6,45 ^b

(a,b): Medias seguidas de la distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,01$).

Cuadro 3. Efecto de la labranza y la cobertura sobre biomasa aérea y el rendimiento del sorgo.

Table 3. Tillage and mulch effect on the aerial biomass and yield of sorghum.

Tratamiento	Biomasa aérea (Mg.ha ⁻¹)	Rendimiento (Mg.ha ⁻¹)
Labranza reducida + sin cobertura	3,552 ^a	5,043 ^{ab}
Labranza reducida + con cobertura	3,885 ^a	5,903 ^{bc}
Labranza convencional + sin cobertura	3,245 ^a	4,518 ^a
Labranza convencional + con cobertura	3,662 ^a	6,683 ^c

(a,b): Medias seguidas de la distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,01$).

encontraron un incremento significativo del rendimiento del sorgo por el uso de cobertura en el sureste de Nigeria.

Este resultado difiere de lo encontrado por (Agbede y Ojeniyi, 2009) quienes evaluando diferentes sistemas de labranza y cobertura vegetal sobre el cultivo de sorgo encontraron incrementos de rendimientos a medida que disminuía la intensidad de la labranza pero no encontraron efecto de la cobertura.

El efecto sobre el rendimiento, pero no sobre la mayoría de las variables de crecimiento evaluadas, sugieren que las condiciones de crecimiento en todos los tratamientos eran adecuadas para expresar el potencial de crecimiento vegetativo y que la mejoría de las condiciones provocadas por la cobertura se dirigió al llenado de los granos (Mupangwa *et al.*, 2012).

Conclusiones

La reducción de la intensidad de la labranza no mejoró el rendimiento

riables, suggest that the growing conditions in all the treatments were adequate to express the potential of the vegetative growth and that most of the conditions provoked by the mulch were committed to fill the grains Mupangwa *et al.*, 2012).

Conclusions

The reduction of the tillage intensity did not improve the yield of sorghum under the studied conditions, but still it is better to use the reduced tillage because it tends to preserve the soils and reduce the efforts to reach the same yields, the long-term effect must be studied.

The use of the mulch improved the yield on the sorghum grain under the conditions of the Maracaibo's plain; thus, its application is recommended, because this practice also protects the soil against the erosion.

End of english version

del sorgo bajo las condiciones estudiadas pero es preferible utilizar la labranza reducida porque tiende a conservar los suelos y reducir los esfuerzos para alcanzar los mismos rendimientos, los efectos a largo plazo deben ser estudiados.

El uso de cobertura mejoró el rendimiento en grano del sorgo bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo por lo que se recomienda su aplicación, siendo ésta una práctica que además protege al suelo contra la erosión.

Literatura citada

- Al-Rawaly, S., H. Dhuhl, H. Prathapar and H. Abdelrahman. 2011. Mulching material impact on yield, soil moisture and salinity in saline-irrigated sorghum plots. *Inter. J. Agric. Res.* 6:75-81.
- Agbede, T. and S.O. Ojeniyi. 2009. Tillage and poultry manure effects on soil fertility and sorghum yield in southwestern Nigeria. *Soil & Tillage Research* 104:74-81.
- Baudron, F., P. Tittonell, M. Corbeelsa, P. Letourmya and K. Giller. 2012. Comparative performance of conservation agriculture and current smallholder farming practices in semi-arid Zimbabwe. *Field Crops Research*. 132:117-128.
- Dahiya, R., J. Ingwersen and T. Streck T. 2007. The effects of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: experimental findings and modeling. *Soil Till. Res.* 96:52-63.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cria. Caracas, Venezuela. 265 pp.
- Ewulo, B., S. Ojeniyi and C. Morenikeji. 2011. Tillage and mulch influence on soil physical properties, plant nutrient composition and performance of pepper (*Capsicum annum* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science.* 1:485-490.
- Hobbs, P. 2007. Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production? *Journal of Agricultural Science.* 145:127-137
- Mupangwa, W., S. Twomlow, S. Walker. 2012. Reduced tillage, mulching and rotational effects on maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (Walp) L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) yields under semi-arid conditions. *Field Crops Research*. 132:139-148.
- SAS Institute, Inc. 1985. SAS User's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.