

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“EZEQUIEL ZAMORA”**



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

**VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA**

**COORDINACIÓN
ÁREA DE POSTGRADO**

**EFFECTO DE LABRANZA SOBRE PROPIEDADES
FÍSICAS DEL SUELO, RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN (*Gossypiumhirsutum* L)**

Autor: Aniceth M Reina A

Tutor: Manuel Guzmán

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“EZEQUIEL ZAMORA”**



La Universidad que siembra

Vicerrectorado de producción Agrícola

Coordinación de Área de Postgrado

EFECTO DE LA LABRANZA SOBRE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN (*Gossypiumhirsutum* L)

Requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiarum

AUTOR: AnicethMauri Reina Avila

C.I: 11.121.352

TUTOR:Ing. Agr. MSc. Manuel Guzmán

GUANARE, DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”

VICERRECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO

MAESTRÍA MANEJO DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA

MENCIÓN SUELO Y AGUA

**EFFECTO DE LA LABRANZA SOBRE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO,
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN (*Gossypiumhirsutum*L)**

AUTOR: ANICETH REINA

TUTOR: Manuel GUZMAN

RESUMEN

AÑO: 2015

Con el objetivo de conocer el comportamiento agronómico del algodón bajo dos sistemas de labranza, mínima labranza (ML) y labranza convencional (LC); se estableció un experimento durante el ciclo del cultivo 2011-2012 en Turen, estado Portuguesa. Densidad aparente (DA), macroporosidad (MP), porosidad total (PT) resistencia mecánica (RM), y contenido de humedad (%H) fueron las variables de suelo evaluadas durante la siembra y cosecha del cultivo. Adicionalmente se evaluó el rendimiento de algodón en rama (Rend), altura de planta (AP), número de bellotas (N°Bell), número de ramas fruteras (NRF), diámetro medio del tallo (DMT), altura de la primera rama frutera (APRF) y calidad de fibra del algodón. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de labranza para las variables evaluadas, con excepción de AP, finura de fibra y MP para ambas fechas de muestreo. La LC fue superior a la ML en 170 kg.ha⁻¹ aproximadamente. La continuidad en el tiempo de este ensayo permitirá cuantificar las bondades de la ML.

Palabras Claves: labranza mínima, labranza convencional, algodón, rendimiento.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA MANEJO DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA
MENCIÓN SUELO Y AGUA

ABSTRACT

EFFECT OF TILLAGE ON PHYSICAL PROPERTIES AND YIELD AND FIBER
QUALITY OF COTTON (*Gossypiumhirsutum*L).

AUTHOR: Aniceth Reina

ADVISOR: Manuel Guzman

AÑO: 2015

In order to know the agronomic performance of cotton under two tillage systems, reduced (ML) and conventional tillage (LC), an experiment was established during 2011-2012 crop cycle in Turen, Portuguesa state. Soil aparent density (DA), soil macroporosity (MP), total soil porosity (PT), mechanical resistance (RM) and soil moisture content (H%) were measured during planting and harvest. Crop variables evaluated were yield (Rend), plant height (AP), number of boll (N° Bell), number of branches with boll (NRF), average diameter of the stem (DMT), height of first branch with berries (APRF) and quality of cotton fiber. The evaluated variables showed no statistical differences ($P \leq 0.05$) except for AP, fiber fineness and MP (both sampling dates). LC was higher than ML in 170 kg.ha⁻¹. New studies in the same soil will quantify the benefits of ML.

Key words: reduced tillage, conventional tillage, cotton ,yield

INTRODUCCIÓN

El algodón es el cultivo textil de mayor importancia en Venezuela, su centro de origen y de diversidad es compartida por Asia y América Central, existiendo en nuestro territorio una amplia variabilidad genética, con capacidad de adaptación a diversos ecosistemas y dependiendo del tipo de fibra que se requiera: Larga (los Llanos), media larga (Zona de vegas de río) y media (sabanas). Debido a los altos costos de producción, políticas erradas y una alta incidencia de factores bióticos y abióticos, el cultivo del algodón ha venido decreciendo sustancialmente en Venezuela, disminuyendo su superficie en más de un tercio (FAOSTAT, 2010). Por lo tanto, el uso de sistemas de labranza reducida ofrece al productor la oportunidad de mantener o superar los rendimientos que ha venido obteniendo, con un componente adicional que consiste en una disminución de los costos de producción y un incremento progresivo en la calidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Sin embargo, el deterioro del recurso suelo por efecto del mal manejo del mismo, ocasiona la disminución de la productividad de los cultivos, por factores como compactación, erosión, sellado superficial, disminución de la materia orgánica y la actividad microbiana, entre otros igualmente importantes (Yalçin *et al.*, 2005). De acuerdo a Brown *et al.* (1985) y Siri-Prieto *et al.* (2007), el rendimiento en algodón puede verse mermado en un 4% por cada centímetro de la capa superficial de suelo perdido, motivado a que este es altamente susceptible a la erosión y bajo contenido de carbono orgánico en el suelo.

Objetivos

Objetivo General

- ❖ Evaluar el efecto de dos sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo y su influencia en el rendimiento y calidad de la fibra de algodón (*Gossypiumhirsutum*L.).

Objetivos Específicos:

- ❖ Determinar el efecto de la labranza convencional y siembra directa sobre la humedad del suelo, densidad aparente, porosidad y resistencia a la penetración en un suelo FluventicHaplustepts.
- ❖ Estimar el efecto de la labranza convencional y siembra directa sobre el rendimiento del cultivo de algodón (*Gossypiumhirsutum* L.) y sus componentes: rendimiento de algodón en rama, peso de la bellota, altura de planta, distribución de las raíces, porcentaje de fibra y características físicas (longitud, resistencia, finura e índice de finura).
- ❖ Establecer relaciones entre las propiedades físicas del suelo y las variables de desarrollo vegetativo del algodonero, bajo dos sistemas de labranza.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Humedad del Suelo

Hernández, *et al.* (2000) estudiaron el efecto de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de un Ultisol en el estado Guárico, observaron que la humedad gravimétrica cambia con los tratamientos de labranza, con la profundidad y como era de esperarse con la época climática. En la época de lluvia, la superficie de siembra directa tuvo el mayor contenido de humedad, mientras que el suelo con labranza convencional no mostró diferencias significativas en los primeros 10 cm de profundidad.

Densidad Aparente:

Los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de las raíces, lo que permite un buen desarrollo de las mismas. Los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactados y pocos porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo cual puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para alargarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios. En estas condiciones, el desarrollo y crecimiento de las plantas es impedido o retardado considerablemente (Castro, 2007).

Porosidad

Rivero *et al.* (1998) estudiaron la porosidad total en las profundidades de suelo 0-10 cm y 20 -30 cm bajo los tratamientos de labranza arado de vertedera y arado de discos, los científicos encontraron diferencias estadísticamente significativas, en los intervalos 20 y 30 cm con valores de 59,8% de porosidad total para arado de vertedera y 58,5% de porosidad total con arado de disco. Para las profundidades 0-10 y 10 -20 cm no hubo diferencia significativa entre el uso de los dos implementos.

Resistencia a la penetración

Bravo y Florentino (1997) al analizar la resistencia mecánica observaron que, indiferentemente del sistema de labranza, los valores de resistencia mecánica van aumentando con la profundidad, registrándose los valores más bajos en labranza mínima con subsolado y residuos de crotalaria en todos los momentos y profundidades de muestreo. Los autores infieren que podría deberse más que el contenido de humedad del suelo, a los valores más bajos de densidad aparente generados por dicho tratamiento.

Sistema de Labranza y repuesta al comportamiento del cultivo

Bravo y Florentino (1997) en el trabajo realizado sobre efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento del algodón, establecieron que en los análisis de varianza para la variable

rendimiento del algodón no detectaron diferencia significativas ($p \leq 0,05$) para los distintos tratamientos de labranza. Los autores estimaron que el rendimiento de algodón en rama mostró la siguiente tendencia: Labranza convencional > labranza mínima con residuos de crotalaria > labranza mínima sobre suelo previamente subsolado > labranza mínima con residuos de barbecho natural, obteniéndose los mayores rendimientos con labranza convencional.

Marco Metodológico

Metodología de Investigación

3.1.- Ubicación: La investigación se estableció en el año 2012, en el campo experimental Turén (CE-Turén) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en la Colonia Agrícola de Turén del municipio Turén, estado Portuguesa, Venezuela; el cual está ubicado geográficamente en las coordenadas 9°16' latitud norte y 69°57' longitud oeste, y a una altitud de 215 msnm. El clima está caracterizado por una precipitación promedio anual de 1432 mm y una temperatura media de 27,1°C (Velásquez *et al.* 2007). El suelo pertenece a un Inceptisol clasificado como FluventicHaplustepts (francosagruosa, mixta, isohipertérmica) las características físicas y químicas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.-Características físico – químicas del CE -Turén, estado Portuguesa

Variable	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20 -30
% de Arena	44	44	44
% de Limo	38	38	38
% de Arcilla	18	18	18
Textura	F	F	F
Fósforo (pm)	5 B	1 B	1 B
Potasio (pm)	68 B	32 B	36 B
Calcio (ppm)	2200 MA	2200 MA	2200 MA
Mat. Orgánica (%)	2,20 M	1,60 B	2,10 B
Ph 1: 2.5	7.2	7.6	7.7
C.E. 1: 2.5 mmhos/cm.	0.20 B	0.20 B	0.20 B

Magnesio ppm.	402 MA	402 MA	402 MA
Al (meq/100g)	0.1 B	0.1 B	0.1 B
Densidad Aparente g/cm ³	1.31	1.50	1.58
Macroporos (%)	19.00	13.48	11.16
Microporos (%)	44.00	40.37	39.70
Porosidad total (%)	25.70	27.87	28.04
Resistencia Mecánica N° <i>Golpes /cm</i>	40	40	35

M: medio; A: alto; B.: bajo; MA: muy alto.

Fuente: Laboratorio de suelo del INIA. 2000

Descripción de los tratamientos y diseño experimental: En el experimento se evaluaron dos tratamientos de labranza para la preparación del suelo para la siembra, los cuales fueron: i) labranza convencional (LC), consistente en cuatro pases de rastra a la profundidad de 20 cm, previo a la siembra, y ii) mínima labranza (ML) o sin laboreo, consistente en plantar el cultivo sin preparación del suelo. Se sembró la variedad de algodón SN-290 de uso comercial. El diseño de campo fue el de bloques al azar, con tres repeticiones, siendo la unidad experimental de 36m² (Anexo N° 1). Previo a la siembra, las parcelas fueron acondicionadas con un pase de rotativa y recibieron la aplicación de 4l.ha⁻¹ del herbicida sistémico Glyphosato, utilizando una asperjadora acoplada al tractor.

La siembra del cultivo se realizó manualmente en hileras de 10 m de largo, con una separación de 1 m entre hileras. Esta distribución de siembra, requiere de una cantidad de 20kg ha⁻¹ de semillas, por lo tanto se sembraron un total de 36 hileras por tratamiento. Se aplicó una fertilización inicial (momento de la siembra) 300 kg/ha de una fórmula completa 12-24-12, equivalentes a 36; 72 y 36 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Luego a los treinta (30) días después de la siembra se efectuó un entre saque dejando 5 plantas por metro lineal, con una separación de 0,20 metros entre planta para una densidad final de 50.000 plantash a⁻¹, en ese momento se realizó un reabono con Urea a razón de 150 kg ha⁻¹, colocando el fertilizante en bandas a 4 cm de profundidad.

Dos muestreos de suelo se realizaron, uno al momento de la siembra del cultivo y otro al momento de la cosecha. Se establecieron tres profundidades de muestreo de suelo 0 - 10; 10 - 20 y 20 - 30 cm, para las evaluaciones de las variables físicas: humedad, densidad aparente, porosidad y resistencia a la penetración, siendo posteriormente procesadas según metodología descrita por Pla (1983).

Variables Evaluadas

Rendimiento del algodón: El rendimiento de algodón en rama proviene de la cosecha de 5 m lineales de los 4 hilos centrales de la unidad experimental, expresados en kg,ha^{-1} .

Peso de 50 bellotas: Esta variable corresponde a la colecta de 10 muestras de 50 bellotas por tratamiento que estuvieran abiertas por completo y tomadas al azar en la unidad experimental, al momento de la madurez fisiológica y expresado en g.planta^{-1} .

Las variables de las plantas, componentes del rendimiento, altura de planta (cm), diámetro del tallo (mm), altura de la primera rama frutera (cm) y número de ramas fruteras, fueron determinadas en un total de 10 plantas, por tratamiento tomadas al azar. Cada planta se consideró como una observación por tratamiento y se realizó al momento de la cosecha.

Porcentaje de Fibra: Es el peso expresado en porcentaje de la fracción del total del algodón en rama que corresponde a la fibra de algodón propiamente dicha y se calcula como sigue: $\% \text{Fibra} = (\text{Peso de Fibra} / \text{Peso de Fibra} + \text{Semilla}) \times 100$. Se tomó una muestra por repetición en cada tratamiento para la comparación de los promedios.

Calidad de Fibra: Para la determinación de esta variable se procedió a recolectar una muestra al azar, de cada una de las muestras recolectadas para la determinación de porcentaje de fibra, éstas fueron enviadas a los laboratorios del Fondo de Desarrollo Algodonero en Caracas, Venezuela, para su análisis. Los análisis de fibra se refieren a

sus características expresadas en los siguientes términos: longitud, índice uniformidad, resistencia y finura; estos términos se describen a continuación:

Distribución de las raíces: esta medición se realizó a los 70 días después de la siembra a través de la metodología de perfil de la pared descrita por Bohm (1979). Para ello, se construyó una trinchera de 60 cm de profundidad por 40 cm de ancho y posteriormente se efectuó un mapeo en la base del tallo mediante el empleo del papel celofán y marcadores.

Humedad: se determinó mediante el método gravimétrico y posteriormente volumétrico, se calculó la humedad del suelo a 0 - 10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm de profundidad. Los muestreos se realizaron al momento de la siembra y la cosecha, se utilizó el cilindro de toma muestra tipo Uhland de 5x5 cm.

Densidad aparente: se tomaron muestras no disturbadas a las profundidades de suelo de 10; 20 y 30 cm, al momento de la siembra y al momento de la cosecha, utilizando el cilindro de muestra tipo Uhland de 5 x 5 cm (Forsythe, 1975).

Porosidad Total y Macroporidad: Para determinar el valor de estas variables se tomaron 3 muestras por tratamiento por repetición generando un total de 18 muestras, a las profundidades de 10, 20 y 30 cm, las mediciones se realizaron mediante muestras en cilindros tipo Uhland de 5x5 cm., mesa de tensión y plato de porcelana de 0.1bar (Pla, 1983).

Resistencia a la penetración: Para la determinación de esta variable se utilizó unpenetrómetro de impacto con punta cónica Mod. Plana, se evaluó las profundidades de 10, 20 y 30 cm., cuyos valores fueron transformados de unidades físicas a las expresadas (Mpa/m^3), con la utilización de la curva de penetrómetro de impacto (Pla, 1983).

Análisis estadísticos.

Se realizó una evaluación del cumplimiento de los supuestos del análisis de la varianza para cada una de las variables evaluadas. Los análisis de la varianza se realizaron a través del paquete estadístico Statistix 8.0, bajo el siguiente modelo lineal aditivo:

Y_{ij} = observación en unidades experimental.

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$ $i = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, r$ μ = parametro, efecto medior τ_i = parametro, efecto del tratamiento i

β_j = parametro, efecto bloque j ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u, e, i, j

Análisis de Correlación y Regresión

Se calcularon los coeficientes de correlación lineal simple para evaluar el grado de asociación lineal entre las variables, con la finalidad de obtener una medida de magnitud de la asociación de cada par de variables, a partir del coeficiente de correlación de Pearson.

Análisis de los resultados

Efecto de la labranza sobre el contenido de humedad del suelo. El análisis de varianza para la variable contenido de humedad no mostró diferencias significativas entre los sistemas de labranza, ni en la evaluación inicial ni en la final así como tampoco para las profundidades de suelo evaluadas.

Tabla 2. Contenido promedio de humedad (%) del suelo para los tratamientos evaluados a tres profundidades de suelo en algodón.

Profundidad	Momento de muestreo	Mínima Labranza	Labranza Convencional	Desviación estándar
0-10	Siembra	10,98	11,64	1.58
	Cosecha	11,11	7,28	0.78
10-20	Siembra	10,03	9,47	-

	Cosecha	10,98	7,69	-
20-30	Siembra	10,12	10,92	-
	Cosecha	15,07	6,60	-

Efecto sobre la Densidad Aparente (Da)

Los cambios en la densidad aparente del suelo para el momento de la siembra y la cosecha se presentan en la Tabla 3. Se evidencia que los valores de dicha variable tienden a aumentar con la profundidad y la época de muestreo para todos los tratamientos, resaltando el tratamiento de labranza convencional, donde se registran los valores más bajos de densidad aparente.

Tabla. 3. Densidad aparente (Da) (Mg/m³), para los distintos tratamientos de labranza y fechas de muestreo en un suelo de Turén, estado Portuguesa.

Profundidad de muestreo (cm)	Tratamiento de labranza	Fecha de muestreo			
		Siembra	Dss	Cosecha	Dsc
0-10	ML	1,511 ns		0,007	1,577 ns
	LC	1,314 ns		0,013	1,329 ns
10 - 20	ML	1,552 ns		0,012	1,564 ns
	LC	1,507 ns		0,029	1,510 ns
20 - 30	ML	1,571 ns		0,019	1,574 ns
	LC	1,561 ns		0,016	1,570 ns

ML = mínima labranza, LC = Labranza convencional, MS = momento de la siembra, MC = momento de la cosecha; Dss = desviación estándar siembra, Dsc = desviación estándar cosecha, (*) medias de tratamiento con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Efecto de la labranza sobre la porosidad del suelo. La variable porosidad del suelo se estudió utilizando la porosidad total (PT) y la macroporosidad (poros con radio mayor a 15 Um), que igualmente se realizaron al momento de la siembra y al de la

cosecha, los resultados del análisis de la varianza indican que se detectaron diferencias altamente significativas para los tratamientos estudiados, en todos los estratos tanto al inicio del experimento como al momento de la cosecha. En relación a la macroporosidad, (MP) la misma disminuyó desde el momento de la siembra al momento de la cosecha, siendo menor la disminución en el tratamiento ML.

En relación a la porosidad total (PT) no se detectaron diferencias estadísticas ni al momento de la siembra ni al momento de la cosecha. Tales resultados coinciden con los obtenidos por otros investigadores como Bauderet *al.* (2002).

Tabla 4. Valores promedios de porosidad total (PT) y Macroporosidad (MP) para los distintos tratamientos de labranza y fechas de muestreo.

Prof. de muestreo (cm)	Trat de labranza	Época de muestreo momento de la siembra				Época de muestreo momento de la cosecha			
		PT (%) (MS)	DS (MS)	PT (%) (MC)	DS (MC)	MP (%) (MS)	DS (MS)	MP (%) (MC)	DS (MC)
0 - 10	ML	48,96 a(*)	5,06	48,48a	6,86	6,69b	2,25	6,53b	2,38
	LC	55,31 a	10,93	54,24a	13,67	19,21a	0,47	16,57a	0,24
10 - 20	ML	43,56a	6,86	37,00a	7,57	6,63b	0,47	6,48b	0,48
	LC	45,09 ^a	9,50	44,49a	13,86	13,60a	0,26	11,59 ^a	0,22
20 - 30	ML	53,34a	11,96	51,56a	10,34	6,84b	0,22	6,60b	1,18
	LC	47,36a	4,05	47,26 ^a	12,51	15,07a	0,51	11,22a	0,25

ML = mínima labranza, LC= labranza convencional, MS = momento de la siembra, MC = momento de la cosecha, PT = porosidad total, MP = macroporosidad, Ds= desviación estándar. (*) medias de tratamiento con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba deTukey al 5%

Evolución de la resistencia mecánica a la penetración.El análisis de varianza para los resultados promedios de resistencia mecánica a la penetración (RP), mostraron diferencia altamente significativas ($p<0,01$) entre los tratamientos solamente para las profundidades de 10-20 y 20-30 al momento de la siembra y para la profundidad 20-

30 para el momento de la cosecha. Estos valores de resistencia a la penetración en los dos tratamientos fueron bajos al momento de la siembra (Tabla 5) porque probablemente el suelo estaba húmedo y presentó poca resistencia, comparado con los valores mayores que se observan al final por haber disminuido considerablemente la humedad en el suelo.

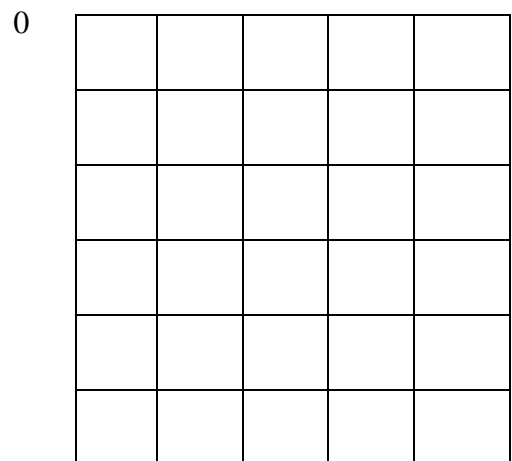
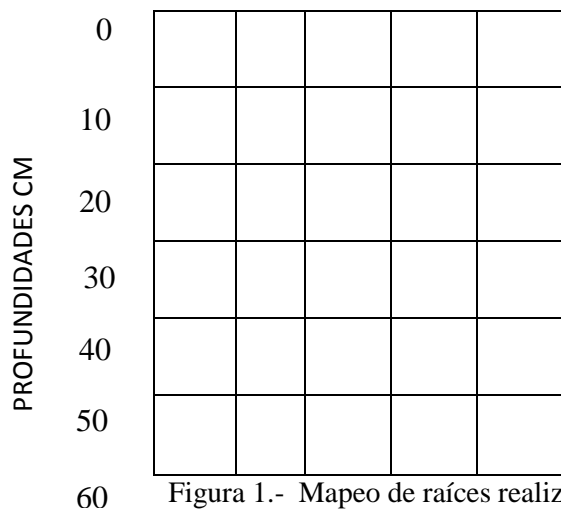
Tabla 5.- Resistencia (Mpa) mecánica a la penetración (RM)

Profundidad de Muestreo cm	Tratamiento de labranza	Ds (MS)	Fecha de evaluación		DS (MC)
			(MS)	(MC)	
0 - 10	ML	0,386	0,26	3,74	0,014
	LC	0,385	0,26	3,75	0,001
10 – 20	ML	0,001	2,44 a(*)	3,75(*)	0,017
	LC	0,01	2,00b	3,74(*)	0,013
20 - 30	ML	0,016	2,84b	3,74 a	0,016
	LC	0,013	3,68b	3,68b	0,015

ML= mínima labranza, LC = labranza Convencional, Ds(MS) = desviación estándar momento de siembra, Ds(MC) = desviación estándar momento de cosecha, MS= momento de siembra, MC= momento de cosecha medias de tratamiento con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de MDS al 5% .

Efecto de la labranza sobre parámetros agronómicos del cultivo.

Distribución de las raíces. Las Figuras 1 y 2 contienen la distribución del sistema radical obtenido por el método de la calicata. Se destaca que, en todos los casos, la mayor concentración de raíces se ubicó en los primeros 15 cm del perfil del suelo; tratamiento de labranza convencional fue el que presentó una distribución más uniforme en todo el perfil en comparación con el tratamiento de mínima labranza, confirmando que en este tratamiento ocurriera cambios en el perfil del suelo, lo cual originó este patrón de desarrollo radical.



Componentes biométricos asociados con el rendimiento.

Los análisis de varianza individual, indican la existencia de diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos para todas las variables asociadas al rendimiento bajo estudio. En la Tabla 6 se destaca que el tratamiento donde se consiguió la mayor altura de planta fue en el sistema de labranza convencional. Posiblemente se deba a una mayor aireación y mayor disponibilidad de humedad y mejor desarrollo del sistema de raíces, que se refleja en un mayor desarrollo del tallo.

En cuanto al Diámetro Medio del Tallo (DMT), al igual que en la variable anterior, se encontró un mayor desarrollo del tallo alcanzando un mayor diámetro, esto posiblemente como resultado de un mejor desarrollo de las raíces y mejores condiciones de porosidad y humedad, así como menor resistencia a la penetración de las mismas.

Contrariamente al resto de las variables componentes del rendimiento, la APRF, mostró un valor estadísticamente mayor para el tratamiento ML al comparar con LC (26,46 y 17,33; respectivamente). Lo que sugiere que esta variable, puede estar influenciada por otros factores no considerados en este estudio, o que las condiciones

de menor desarrollo de las raíces, la menor humedad y porosidad del suelo favorecen a una menor altura de fructificación.

Tabla 6.

Valores promedio de las variables componentes del rendimiento en algodón bajo dos sistemas de preparación de suelo.

Variable	ML \pm (DS)	LC \pm (DS)
Alt Pla. (cm)	148,63b \pm 10,96	162,73a \pm 12,07
APRF (cm)	26,46a \pm 0,54	17,63b \pm 0,64
DMT (mm)	8,33b \pm 0,58	10,48a \pm 0,67
NRF	12,03b \pm 0,90	17,50a \pm 1,35
NB	15,10b \pm 2,22	18,87a \pm 4,22

ML= Mínima labranza, LC=Labranza convencional, Alt. Pla=Altura de planta; APRF=Altura del primera rama frutera, DMT=Diámetro medio del tallo, NRF=Número de ramas fruteras, NB=Número de bellotas. DS = desviación estándar.(*) medias de tratamiento con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

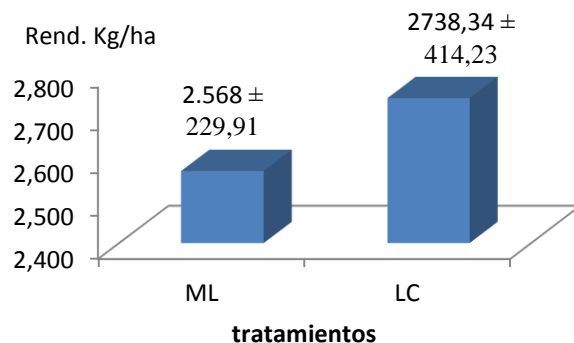
Al evaluar la variable Número de Bellotas por planta, se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,01$), siendo mayor el valor en el tratamiento de labranza convencional (18,87) que en el de mínima labranza (15,10). Dichos resultados coinciden con lo reportado por Pettigrew y Jones (2001), quienes indican que el número de bellotas en algodón se ve afectado por el sistema de labranza, mostrándose una reducción de hasta un 8% bajo labranza cero.

Rendimiento de algodón en rama (kg.ha⁻¹)

El análisis de la varianza para la variable rendimiento de algodón en rama, no mostró diferencias estadísticas sin embargo al realizar la comparación de medias de tratamiento se observa que en LC fue superior al de ML (2738,34 y 2568,45 kg/ha, respectivamente)

Estos resultados coinciden con los reportados por Reina *et al* (2011), quienes señalan que el algodón en rama no mostró diferencias significativas cuando se compararon tratamientos de labranza en el análisis de la varianza. Adicionalmente, concuerdan con los reportados por Brown *et al.* (1985), Yoo *et al.* (1988), Palomo *et al.* (2001), probablemente el valor de la variable algodón en rama en el tratamiento ML pudiera

mejorar y hasta superar al promedio de LC, si la evaluación se realizara durante un mayor número de ciclos de siembra, permitiendo que el suelo se estabilice.



Rend= rendimiento, ML = mínima labranza, LC = Labranza convencional

Figura 4.- Valores promedios del rendimiento de algodón en rama (kg/ha), para los dos tratamientos de labranza.

Calidad de la fibra de algodón.

La Tabla 10 contiene los valores promedios de porcentaje, finura, resistencia y longitud de la fibra de algodón, variables utilizadas para evaluar la calidad de la fibra. Se puede apreciar que la variable porcentaje de fibra fue prácticamente similar para los tratamientos estudiados, la finura de la fibra y la longitud fue mayor en el tratamiento LC sobre ML, La resistencia por su parte fue mayor en ML que en LC.

En el tratamiento de mínima labranza se reportó una pequeña pero estadísticamente significativa disminución en la finura de la fibra, lo cual es deseable para la industria.

Tabla 10.- Valores promedios de porcentaje, finura, resistencia y longitud de la fibra de algodón para los diferentes tratamientos de labranza.

Tipo de labranza	% de fibra	Finura de la fibra (µm)	Resistencia (10 ³ .pulg ³)	Longitud (pulg)
ML	38,57a	4,86b	86,67a	1 ³ / ₁₆ a
LC	38,35a	5,13a	84,66a	1 ⁵ / ₃₂ a

4.4.- Análisis de correlación y regresión.

Los resultados del rendimiento de algodón en rama en kg/ha, y los componentes biométricos asociados al rendimiento tales como: AP, DMT, NRF, APRF y NB fueron relacionados entre sí a través de la correlación de Pearson con algunas variables de suelo, tales como densidad aparente (Mg/m^3), resistencia a la penetración (Mpa) y contenido de humedad del suelo (%), estos resultados se presentan en el Tabla 11.

En el estrato de suelo de 0 a 10 cm, la AP mostró una relación positiva significativa ($p \leq 0,05$) con las variables NRF, NB MP, R y F, con niveles de correlación superiores a 0,52, lo que sugiere una relación media a media-alta de la AP con estas variables, sin embargo, no es determinante en el valor definitivo de las mismas.

En el caso de APRF, indica que una mayor AP se traduciría en valor menor de APRF, al presentar una correlación negativa ($r = -0,66$) Esta variable, también mostró relación negativa significativa ($p \leq 0,05$) con las variables NB, H, R y RE. Estos valores señalan una alta correlación negativa entre estas variables, a excepción de la relación APRF y RE que es media.

Con respecto a, la variable DMT, mostró una alta relación positiva ($p \leq 0,01$) con H, MP, R, F y RE; con niveles medios y medio-altos ($r > 0,5$). Por otro lado mostró una relación negativa con APRF ($r = -0,64$). Al igual que en AP, ante condiciones óptimas de humedad, la planta tendrá un mejor desarrollo morfológico y los rendimientos serán mejores.

La variable NRF, mostró una alta relación ($p < 0,01$) con las variables NB, MP, R y F; al observar los valores de r para esas variables, se intuye una correlación bastante elevada lo que significa que mientras mayor número de ramas fruteras, habrá mayor NB, y mayor cantidad de F. Mientras que con las variables del suelo H, DA, la variable NRF mostró una relación media al nivel $p \leq 0,01$.

En relación a NB, mostró relación positiva significativa ($p \leq 0,05$) con las variables MP, R y F; con valores de r 0,79; 0,79 y 0,80, respectivamente, lo cual sugiere mayores valores de H y MP favorecen un mayor NB, mientras que un mayor valor de R disminuye el NB.

La variable DA mostró una relación a nivel de $p < 0,01$, con MP y un r de -0,91 sugiere que a medida que es mayor MP disminuirá la DA, lo cual es lógico. DA mostró relación al nivel de $p \leq 0,01$ con las variables H, R, F y RE con los valores intermedios de r de: -0,61; -0,71; -0,76 y -0,61, lo cual indica que a medida que aumenta H y R, disminuye DA; y por otra parte, altos valores de DA se reflejaran en bajos valores de F y RE.

En relación a las variables de suelo, la variable PT solamente mostró una relación a nivel $p < 0,01$ con una alta relación con NP, con un valor de $r = 0,91$; esto indica que para este conjunto de datos, un incremento en el NP, se traduce directamente en un mayor valor de PT.

La variable H mostró una relación al nivel $p < 0,01$ con las variables R y F con altos valores de r de 0,82 y 0,86, lo cual sugiere que al aumentar H aumentaría R y en las plantas aumentaría F. La relación de esta variable con RE fue al nivel $p \leq 0,05$ con un valor medio de r de 0,54, lo cual sugiere que mayor contenido de humedad en el suelo contribuye a altos valores de rendimiento, conjuntamente con la contribución de otras variables.

Finalmente, la variable F está relacionada con RE al nivel $p \leq 0,05$ con un valor intermedio de r de 0,57, lo cual sugiere que aumentos en RE implican incrementos en F. Esta correlación es de gran interés, ya que al analizarla en conjunto al número de bellotas, se evidencia como se incrementa los rendimientos en gran medida al tener un buen porcentaje de fibra y un alto número de bellotas por planta.

Tabla 7.

PRO F.	VARI A.	AP	DMT	NRF	APFR	NB	DA	H	MP	NP	PT	R
0-10	DMT	0,52ns										
	NRF	0,64**	0,50*									
	APFR	-0,66**	-0,64**	-0,90*								

cm	NB	0,56*	0,31ns	0,88***	-0,80**							
	H	0,59*	0,68**	0,74**	-0,87***	-0,66**						
	DA	-0,35ns	-0,30ns	-0,66**	0,73**	-0,69**	-0,61ns					
	MP	0,52*	0,53*	0,84***	0,84***	0,79**	-0,92***	0,80**				
	NP	-0,28ns	-0,14ns	-0,20ns	-0,19ns	-0,23ns	-0,35ns	-0,42ns	-0,17ns			
	PT	-0,05ns	0,09ns	0,17ns	0,17ns	0,11ns	0,04ns	-0,07ns	0,26ns	0,91***		
	R	0,57*	0,66**	0,86***	-0,93***	0,79**	-0,71**	0,82***	0,88***	-0,07ns	0,31ns	
	F	0,68**	0,68**	0,89***	0,86***	0,80**	-0,75**	0,86***	0,94***	-0,26ns	0,14ns	0,94***
	RE	0,36 ns	0,50*	0,37*	-0,54*	0,46ns	-0,61**	0,53*	0,60*	-0,10ns	0,16ns	0,54*

Valor de los coeficientes de correlación y su significancia de variables de rendimiento de algodón y variables de suelo a la profundidad de 0 – 10 cm.

ns=No significativa, * significativa $p \leq 0,05$; ** significativa $p \leq 0,01$ %, ***significativa $p < 0,001$. AP=Altura de planta, DMT=diámetro medio del tallo, NRF=No de ramas fruteras, APFR=Altura del 1er rama frutera, NB= No de bellotas, H = % de humedad, MP=% de macroporos, NP=microporos, PT= Número de poros totales, R=Resistencia a la penetración, RE = rendimiento, F = porcentaje de fibra

CONCLUSIONES

El contenido de humedad en el suelo no mostró diferencias estadísticas entre los sistemas de labranza, en las tres capas de suelo evaluadas durante las dos épocas de muestreo.

Las variables densidad aparente y la porosidad, presentaron valores favorables para el tratamiento de Labranza Convencional. Una mayor densidad y una menor porosidad total, caracterizaron la calidad física del suelo bajo Labranza Mínima.

La mayor altura de planta, número de bellotas, longitud de raíz principal y cantidad de raíces laterales, fueron encontradas en plantas bajo labranza convencional, lo que se puede explicar en parte por condiciones naturales del genotipo, mecanismos de defensa de la planta ante los problemas de degradación física del suelo o la interacción de ambos.

El sistema de mínima labranza promovió diferencia estadísticamente significativa en disminución en la finura de la fibra, lo cual es de suma interés para la industria textil.

El estudio de correlación permitió identificar las variables del suelo que influyen directamente sobre el desarrollo óptimo del cultivo y la calidad de su fibra. La presencia de una humedad óptima, una buena cantidad de macroporos y una baja resistencia a la penetración fueron los factores determinantes para un mejor desarrollo del cultivo en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bohm, W. 1979. Methods of studying root systems. Spingerverlag. Heidelberg. New York. 49 – 53.

Bravo, C. y Florentino, A. 1997. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento del algodón. Bioagro.Vol. 9 (3). 67 - 75.

Brown, S.,Whitmell, T.,Touchton, W. y Burmester,C. 1985. Conservation tillage system for cotton production.SoilSci. Soc. Am. J. 49:1256-1260.

Castro, L. 2007. Evaluación del impacto de sistemas de labranza en el patrón de crecimiento del sistema radical del maíz (*Zea mays* L) cultivado en un suelo del estado Aragua. Tesis de grado. Maracay. Venezuela. UCV.Pp80

Coote, D., Malcolm-McGovern C., Wall, W., Dickinson, T. and Rudra, G. 2006. Seasonal variation of erodibility indices based on shear strength and aggregate stability in some Ontario soils. Can. J. SoilSci. 68: 405-416.

FAOSTAT. 2010.FAO on line statisticaldatabase. (consulta: 24 de mayo de 2013)

(En linea) <http://www.faostat.org>

Ospina, A., Florentino, A., Velázquez, L. y Araujo D. 2011. Respuesta de las propiedades físicas del suelo después de 11 años de manejo bajo siembra directa y rotación de cultivos en Turén, Edo. Portuguesa, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (UCV) 37(2): 75-85.

Pla, I. 1983. Metodología para caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Rev. FAC. Agr. UCV. 32: 134- 145.

Pettigrew, W. y Jones, M. 2001. Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley alluvial flood plain. *Agronomy Journal* 93: 1398-1404.

Reina, A., Guzmán, M., Velázquez, L., Rondón, T., Vilain, L., Anzalone, M., Araujo, D. y Pérez, J. 2011. Respuesta del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L) a dos sistemas de labranza en un suelo inceptisol del estado Portuguesa, Venezuela. VI Congreso Venezolano de Suelo. Calabozo, Edo.- Guárico. Pp 68.

Siri, G., Wayner, D. y RAPER, R. 2007. Tillage systems for cotton-peanut rotation with winter-annual grazing: Impacts on soil carbon, nitrogen and physical properties.

Yalcin, U., Aydin y R. Ucucu. 2005. Effects of reduced tillage and planting systems on seed cotton yield and quality. *Turk J Agric For.* 29:401-407.

ANEXOS

Anexo 1. Figura ilustrativa del ensayo

