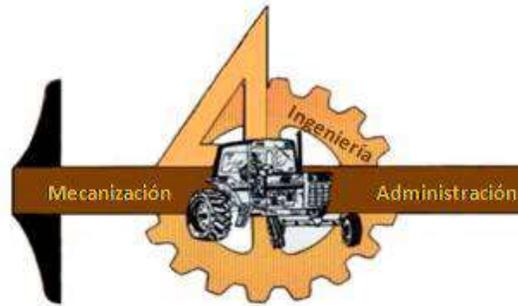


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



**EFFECTO EN EL MEDIANO PLAZO DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA Y
MEJORADORES DE SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD Y
VOLUMEN DE EXPLORACIÓN DE RAÍCES**

POR:

HUGO ENRIQUE RUIZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DE 2014

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA**

**EFFECTO EN EL MEDIANO PLAZO DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA Y
MEJORADORES DE SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD Y
VOLUMEN DE EXPLORACIÓN DE RAÍCES**

POR:

HUGO ENRIQUE RUIZ LÓPEZ

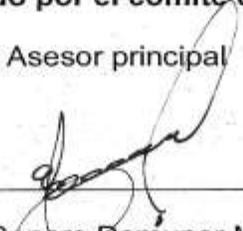
TESIS:

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

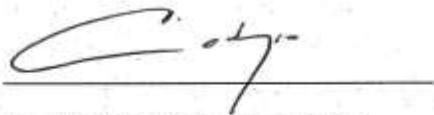
Aprobado por el comité de tesis

Asesor principal



M.C. Genaro Demuner Molina

Asesor



Dr. Martin Cadena Zapata

Asesor



Dr. Santos Gabriel Campos Magaña
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Coordinador de la División de Ingeniería



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2014

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le agradezco a DIOS, por darme la oportunidad de terminar mis estudios en esta hermosa universidad en lo cual se forjo mi vida, gracias padre lindo por llenarme de salud y alegría al estar lejos de mi familia, gracias por cuidar de mí y de mis seres queridos.

Le agradezco a mis dos viejitos que siempre me brindaron el apoyo, amor, alegría y comprensión y más que nada que me brindaron otra gran oportunidad de superarme, gracias amados padres: **Leonel Ruiz Nolasco y Deysi Magali López Genovés**. Ustedes me enseñaron cada valor que me forjo en todo el trayecto de mi vida en lo cual siempre llevo presente a cada instante.

Gracias a mis dos hermanas **Judith Ruiz López y Ana Ruth Ruiz López**, ya que ustedes me apoyaron en todas mis decisiones y por lo tanto nunca me dejaron solo.

También agradezco a mis abuelitos **Adán López Aguilar, Florida Genovés Genovés, Roberto Ruiz López y Delia Nolasco Gonzales** por todos los consejos y regaños que me regalaron en los cuales me ayudó mucho en no perecer en mi camino.

Agradezco a mis tíos **Ing. Luis Antonio Ruiz Nolasco e Ing. Gabriela Torres**, por todo el apoyo que me brindaron durante mi carrera, por todos los consejos que me dan a cada instante. También agradezco a mis tíos maternos **Profesor Aldrin López Genovés, profesora María del Socorro Méndez Paniagua, Luis Alberto López Genovés y Lorena Constantino Rodríguez**, por todo el cariño que me han brindado y el apoyo que me han dado durante mi vida.

Agradezco al **Dr. Martin Cadena Zapata**, por brindarme una oportunidad de trabajar en su proyecto de investigación para así realizar mi proyecto de tesis. Gracias por sus conocimientos.

Le agradezco a mi asesor **M.C. Genaro Demuner Molina**, por todos los conocimientos que me enseñó durante la realización de mi tesis, también le agradezco por brindarme su amistad y así ayudarme a ver a un obstáculo grande en una simple piedrecita

Al **M.C. Héctor Uriel Serna Fernández** por la amistad y el apoyo que me brindó durante la carrera, por aquellas regañadas que me dio durante las clases, gracias por todo.

Agradezco a los catedráticos del departamento de Maquinaria: Dr. Martin Cadena, Dr. Santos Gabriel Campos Magaña, M.C. Héctor Uriel Serna, M.C. Juan Arredondo Valdez, M.C. Juan A. Guerrero, M.C. Genaro Demuner Molina, Dr. Jesús R. Valenzuela, M.C. Tomas Gaytán Muñiz, solo me queda decirles gracias por los conocimientos que me enseñaron en lo cual me forjaron e hicieron de mí una persona preparada para competir en el ámbito laboral.

Agradezco a mis amigos, Israel Constantino Coutiño, Francisco Xavier Pérez Camacho, Ing. Guillermo Emanuel López, María Guadalupe Cruz Barrera, Nelly Roblero, Rubí del Roció Camacho Jiménez, Víctor Alonso Ventura Gómez, en lo cual siempre conté con ellos cuando los necesite en un problema y me tendieron una mano.

A mis compañeros de clase Fernando Flores Valle, Eliel Asael Chilel Díaz, Liliel W. Velásquez Valdez, Moisés Pinto García, Víctor Hugo Cruz Pérez, José Antonio Velazco Martínez por darme su amistad y poder compartir varias retas de futbol.

*si caes es para levantarte,
si te levantas es para seguir,
si sigues es para llegar a donde quieres ir
si llegas es para saber que lo mejor esta por venir...*

DEDICATORIA

En los momentos de la vida por los cuales puedes fracasar es cuando extrañas a tu familia, pero si ellos te están alentando cada día tienes la oportunidad de crecer y seguir adelante no olvidando nuestros orígenes, por lo que esta tesis está dedicada a:

Más que nada a mi familia ya que ellos siempre estuvieron apoyándome aun cuando estaban tan lejos de mí siempre sentía su amor y cariño en los cuales me enseñaron a enfrentarme al mundo sin tenerle miedo a fracasar ya que de los errores se aprende.

A mi Padre: Leonel Ruiz Nolasco, me enseñaste a ser un hombre de bien uno que no se rinde tan fácil, contigo aprendí a ser responsable y trabajar, te admiro por brindarme un amor por lo que me ayuda siempre a salir adelante.

A mi Madre: Deysi Magali López Genovés, eres un gran ejemplo a seguir tu siempre me das tu amor y confianza, por lo tanto siempre estás ahí cuando flaqueo y aunque nunca poder pagarte todo lo que has hecho por mí.

A mis princesas: Nayara Ruiz Segundo y Alondra Cristal Ruiz Cruz, han estado siempre dentro de mis pensamientos por lo que yo nunca me rendí, ustedes han sido mi fuerza cuando tropiezo y por ustedes me levantaba de nuevo para seguir, lo llevo siempre en mi corazón.

A mis dos hermanas: Judith Ruiz López y Ana Ruth Ruiz López, dos grandes personas que siempre están a mi lado y por esas dos grandes princesas que trajeron al mundo en los cuales siempre estaré apoyando.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
III. OBJETIVOS	6
IV. HIPÓTESIS	6
V. REVISIÓN DE LITERATURA	7
5.1. Sistemas de Labranza.....	7
5.2. Interacción de la labranza en la disponibilidad de humedad en el suelo	8
5.3. Mejoradores orgánicos para la disponibilidad de humedad en el suelo.....	11
5.4. Efecto de la labranza en el desarrollo de raíces	14
5.5. Interacción de mejoradores de suelo en el desarrollo radicular	16
5.6. Efecto de los sistemas de labranza y mejoradores en el rendimiento.....	17
5.7. Efecto de la humedad y rotación de cultivo en el rendimiento.....	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	22
6.1. Localización y descripción del proyecto	22
6.2. Caracterización inicial del sitio experimental	22
6.3. Monitoreo de la humedad	24
6.4. Determinación del volumen de exploración de raíces.....	25
6.5. Rendimiento	26
6.6. Modelo estadístico	27
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1. Análisis para la variable humedad con sus respectivas interacciones (profundidad, labranza, mejorador, cultivo).....	28
7.2. Análisis para el variable volumen de exploración de raíces con sus respectivas interacciones (labranza, mejorador, cultivo)	33
7.3. Análisis de la variable de rendimiento con la interacción de los sistemas de labranza.	34
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
IX. BIBLIOGRAFÍA	37
X. ANEXOS	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de comparación entre labranza-volumen radicular en un cultivo de frijol	33
Cuadro 2. Tabla de comparación entre labranza-volumen radicular en un cultivo de maíz.....	33
Cuadro 3. Tabla de comparación mejorador-volumen radicular en un cultivo de frijol	34
Cuadro 4. Tabla de comparación mejorador-volumen radicular en un cultivo de maíz	34
Cuadro 5. Comparación de rendimiento de forraje en el cultivo de maiz.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del establecimiento del experimento	23
Figura 2. Sonda TDR 300 y puntas 3.7, 7.6, 12 y 20 cm.....	24
Figura 3. Recolectando lecturas de humedad.....	25
Figura 4. Medición del volumen radicular.....	26
Figura 5. forraje de maíz en proceso de deshidratación.....	27
Figura 6. Gráfico de comparación Humedad-Labranza-Frijol	28
Figura 7. Gráfica de comparación Humedad-Labranza-Maíz	29
Figura 8. Gráfica de interacción Humedad-Mejorador-Frijol	30
Figura 9. Gráfica de comparación Humedad-Mejorador-Maíz.....	31
Figura 10. Gráfica de comparación Humedad-Profundidad-Frijol	31
Figura 11. Gráfica de comparación Humedad-Profundidad-Maíz	32

RESUMEN

En este trabajo se evaluó en un mediano plazo el efecto de los sistemas de labranza convencional (**LC**), labranza vertical (**LV**) y cero labranza (**NL**), en combinación con una rotación de cultivo (frijol) y un monocultivo (maíz) y tres mejoradores de suelo (Algaenzimas, Micorrizas y Composta) para estudiar la interacción y el comportamiento de estos elementos en la disponibilidad de humedad y volumen de exploración de raíces. La investigación se está llevando a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada a 7 km de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México (latitud 25° 23' 42" Norte y longitud 100° 59' 57" Oeste). El experimento se estableció durante el periodo Verano-Otoño 2012, bajo un arreglo experimental de parcelas divididas con nueve repeticiones. El seguimiento de la humedad se realizó a tres profundidades (**P1**: 7.6 cm, **P2**: 12 cm y **P3**: 20 cm), mediante una sonda TDR FIELDSCOUT 300. Al finalizar el ciclo se midió el desarrollo radicular por tratamiento de labranza y mejorador a partir de tres ejes. Los resultados obtenidos con respecto a humedad **NL** mostró mayor capacidad de retención de humedad con 28.81% en comparación con **LV** con 27.65% y **LC** con 24.37% en el cultivo de frijol. En el cultivo de maíz **NL** obtiene 28.63%, **LV** 28.60% y **LC** 26.57%; el comportamiento de la humedad con relación a las profundidades de muestreo se mantuvo mayor en **P3** con 32.08%, **P2** con 24.86% y **P1** con 23.91% en el cultivo de frijol; en el cultivo de maíz fue mayor para **P3** con 33.24%, **P2** con 25.78% y **P1** con 24.78%. Para el desarrollo radicular los sistemas de labranza no presentaron ninguna diferencia en ambos cultivos; para el efecto de los mejoradores en los primeros dos meses no presentaron diferencia en la retención de humedad, en el tercer mes comenzó a notarse diferencia entre la composta con un 27.22% en comparación con micorrizas con 25.91%, algaenzimas 25.32% y el testigo 24.92% dados en el cultivo de frijol, mientras que en el cultivo de maíz el comportamiento fue igual a los primeros dos meses.

Palabras clave: *Humedad del suelo, mejoradores del suelo, sonda TDR*

I. INTRODUCCIÓN

El norte de México tiene un clima semi-desértico por lo que casi siempre están secos los suelos, al establecer a largo plazo un cultivo los productores optan por las lluvias porque la mayoría de ellos no tiene los recursos suficientes para extraer agua y así implementar un sistema de riego, realizando siempre las labores de preparación tradicionalmente; Demuner *et al.*, (2012), recomiendan la implementación del sistema de cero labranza (siembra directa) ya que tiene una mayor capacidad de retención de agua en el suelo favoreciendo un mejor desarrollo del cultivo e incrementando el rendimiento obteniendo mejores ganancias al cosechar.

En la mayoría de los suelos destinados a la producción agrícola se laborean tradicionalmente, por lo tanto se pierde mucha humedad por la evaporación ya que el suelo es volteado y queda directamente expuesto al sol favoreciendo así a la compactación del suelo; INIFAP (2009), menciona que la utilización de los sistemas de labranza de conservación puede ayudar positivamente a la conservación de agua-suelo propiciando un mejor desarrollo de cultivos.

Al cosechar un cultivo, la mayoría de los agricultores realizan la quema de residuos, hay algunos que venden los residuos para la alimentación de animales, por lo tanto estas prácticas afectan negativamente al suelo produciendo la pérdida de nutrientes, contaminación y finalmente mermas económicas por lo que Alvarado *et al.*, (2011), recomiendan dejar los residuos de cada cosecha para mejorar la retención de agua, la conservación de nutrientes y más que nada proporcionar un mejor desarrollo de la planta.

La mayoría de los suelos están compactados por el mal uso de la maquinaria ya que un suelo así es muy difícil de penetrar reduciendo el número de poros e incrementando la densidad aparente favoreciendo la erosión hídrica, hoy en día se han realizado muchas técnicas de conservación de suelos por los cuales la implementación de mejoradores orgánicos de suelo tienen un efecto positivo en el suelo ya que ayudan a disminuir la compactación incrementando el número de plantas por lo que se refleja en un mayor rendimiento (Pineda *et al.*, 2001).

Al establecer un cultivo se busca reducir los costos de mantenimiento del cultivo por lo que al cosechar se desea obtener mayores ganancias, por lo que en la mayoría de los suelos agrícolas ya están pobres de nutrientes y siempre arrojan un bajo rendimiento y pérdidas económicas; Faustino (2012), recomienda la utilización de mejoradores orgánicos ya que estos actúan como fertilizantes orgánicos propiciando una mejor condición físicas para el excelente desarrollo del cultivo y así incrementar el rendimiento mejorando las ganancias económicas.

En la actualidad la tecnología se encuentra a la vanguardia por lo que se pretende siempre aplicar al campo de la agricultura para así mejorar las cosechas y conservar el suelo. Unos de los campo de estudio donde se aplica tecnología innovadora es en el monitoreo del comportamiento de la humedad en el suelo ya que el agua es fundamental para la vida y para el desarrollo de las plantas en el suelo, hoy en día existen dos técnicas para determinación de agua en el suelo por lo que se utiliza instrumentos de medición de reflectancia en el dominio del tiempo (sondas TDR) y la de capacitancia electrónica (sondas C y reflectómetros) ya que estos instrumentos nos mencionas lecturas de humedad por medio de ondas

electromagnéticas para así saber el momento de aplicar riegos necesarios (Edward, 2010).

Florentino (2011), menciona que se han desarrollados numerosos sensores que permiten medir el espacio y el tiempo, el contenido de agua pero sobre todo sin alterar en forma significativas las condiciones hidrodinámicas del suelo, ya que sobre todo los métodos para medir húmedas son muchos pero ninguno de ellos son aceptados universalmente, de manera que pueda ser recomendado para todas las condiciones de suelo o para otros usos.

II. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la mayoría de los suelos agrícolas de México y el mundo se está preparando tradicionalmente es decir se inicia con un laboreo primario profundo, utilizando arados de discos o vertedera, seguido de un laboreo secundario para así preparar la cama de siembra, a este tipo de laboreo mecanizado se le conoce como labranza convencional o tradicional, por lo tanto consiste en voltear al suelo en los primeros centímetros, obteniendo así una cama de siembra suelta las principales desventajas de este sistema de labranza es la pérdida de humedad por evaporación, favorece al desarrollo de malezas, provoca rápidamente la erosión, produce compactación formando el piso de arado, también rompe la estabilidad de los agregados produciendo un encostramiento dando lugar a la pérdida de materia orgánica (INIFAP, 2009).

En la actualidad la población mundial esta creciendo por lo que demanda cada dia mas la explotación de las tierras y debido al exceso del paso de maquinaria el suelo tiende a compactarse por lo que proviene entre relaciones directas de humedad-densidad, humedad-resistencia por lo que

se incrementa la resistencia al corte y la resistencia a la penetración (Becerra, 2005).

Para un buen desarrollo de las plantas se relacionan muchos factores tales como las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo las cuales al realizar el laboreo afectan positiva o negativamente la relación existente entre planta-suelo (Amézquita, 1998).

Hoy en día los suelos se están deteriorando más rápidamente debido al uso y abuso de las labranzas causando un efecto pernicioso en las propiedades físicas del suelo como un incremento en la densidad aparente y la resistencia a la penetración disminuyendo la penetración de agua, aire y principalmente las raíces y como consecuencia disminuye su capacidad de proporcionar rendimientos mayores en los cultivos (Giasson, 2000).

Camacho y Rodríguez (2007), mencionan que el contenido de humedad en el suelo afecta el desempeño en los arados de discos y de cinceles vibratorios. Los resultados obtenidos muestran que el arado de cincel rígido es energéticamente más eficiente para el laboreo a 0.12 g g^{-1} de contenido de humedad, en la cual se presenta la más baja resistencia específica para la fragmentación del suelo.

La población mundial cada día sigue creciendo, como está en constante crecimiento se requiere más demanda de comida como consecuencia se tiene un aumento en la producción agrícola requiriendo una intensificación del uso del suelo, ya que entre una explotación mayor del suelo trae consigo más

problemas de erosión, compactación, asociadas a malas prácticas de labranza, acidez, salinidad del suelo debido al uso intensivo de insecticidas, por lo que día con día los científicos agrónomos realizan estrictas investigaciones sobre la sustentabilidad de los suelos agrícolas (Acevedo, 2003).

El paso excesivo de la maquinaria y el mal uso de los sistemas de labranza, tienden a compactar el suelo modificando la capa arable lo cual dificulta el desarrollo radicular, la falta de infiltración del agua, absorción de nutrientes y aeración (Giasson, 2000).

En la república mexicana se tienen aproximadamente 22,136,742 Has destinadas para la producción agrícola por lo tanto 15,591,466 Has son preparadas por el laboreo mecanizado (SIAP, 2011). Debido al excesivo paso de maquinaria agrícola 10.84 millones de Has presentan problemas de compactación representando el 68.2% de su totalidad (SEMARNAT, 2008).

III. OBJETIVOS

Medir el efecto integrado de la labranza y mejoradores orgánicos en la retención de humedad y crecimiento de raíces de un suelo franco-arcilloso en condiciones semiáridas.

IV. HIPÓTESIS

Los sistemas de labranza de conservación junto con el uso de mejoradores orgánicos de suelo promuevan mayor capacidad de retención de humedad favoreciendo al desarrollo radicular.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Sistemas de Labranza

Según la FAO (2008), los términos de labranza cero a nivel mundial son definidos como no labranza, siembra en surcos y siembra directa, ya que estos describen la siembra de semilla en el suelo que no ha sido removido para así formar las condiciones de siembra.

En algunos suelos mexicanos se implementa el sistema de labranza de conservación para disminuir la erosión, Elissondo *et al.*, (2001), concluyen que la implementación de labranza vertical en un suelo bajo siembra directa no deteriora las propiedades física del mismo.

Los implementos de labranza vertical son una excelente alternativa para la preparación de los suelos en condiciones semiáridas, ya que este tipo de implemento consume menos energía y reduce la densidad aparente incrementando la capacidad de retención de humedad (Cadena *et al.*, 2004).

Según Benites (2000), nos dice que los recursos naturales y el medio ambiente están deteriorados, lo cual se pueden mejorar a corto plazo con el empleo acertado de práctica de labranza y practicas auxiliares de manejo y conservación de suelos.

Al emplear un laboreo mecanizado se tiene como objetivo aflojar el suelo y dejarlo en condiciones óptimas para que así la semilla pueda germinar, el empleo de la labranza afecta las características físicas del suelo y así mismo incrementar la porosidad y aeración del suelo pero a la vez afecta negativamente a la fauna del suelo ya que se debe al disturbio que causan los implementos (Giasson, 2000).

5.2. Interacción de la labranza en la disponibilidad de humedad en el suelo

En los campos agrícolas que existen en el mundo el 100% no están destinados al laboreo mecanizado, al inducir la maquinaria agrícola en condiciones inadecuadas puede provocar un severo problema de encostramiento e incremento de la densidad aparente ya que la humedad juega un papel importante en el fenómeno de la compactación (Becerra *et al.*, 2005).

En los suelos agrícolas los productores al retirar sus cosechas la mayoría limpian sus terrenos realizando la quema de residuos generados durante la cosecha para posteriormente preparar el suelo abusando de los sistemas de labranza afectando negativamente en las propiedades del suelo; de acuerdo con estudios realizados por Uribe y Rouanet (2002), recomiendan que al realizar la preparación del suelo se utilice el sistema de cero labranza sin quema de residuos lo cual incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo comparado con el sistema de labranza tradicional y labranza cero con quema.

Al establecer un cultivo se buscan las mejores condiciones para la germinación de la semilla y desarrollo de la planta para posteriormente obtener un mayor rendimiento. Osuna *et al.*, (2006), mencionan que la labranza cero propicia una mejor calidad del suelo incrementando la materia orgánica lo cual el valor del punto de inflexión es menor que en la labranza tradicional y se ve reflejado en una menor capacidad de retención de agua que en comparación con la labranza de conservación.

Marcano *et al.*, (1987), encuentran que en un sistema de labranza profunda la utilización del arado de vertedera con rastra disminuyen la densidad aparente e incrementa la porosidad de aeración mejorando la capacidad de retención de humedad y el desarrollo radicular; también la utilización de rastra pesada con rastra y solo rastra es mayor la capacidad de retención de humedad en comparación con la labranza profunda.

En estudios realizados por Bravo y Florentino (1999), mencionan que el sistema de labranza con cobertura natural utilizando *Crotalaria-juncea* L proporciona mayores índices de humedad en los primeros 30 cm de la capa arable.

Estudios realizados sobre la capacidad de los suelos en la retención de humedad Mora *et al.*, (2001), mencionan que en profundidades de 0 a 30 cm es mayor la conservación de humedad en la labranza cero que en comparación con la labranza convencional.

Demuner *et al.*, (2012), mencionan que en el experimento realizado, la cero labranza muestra mayor retención de humedad a dos profundidades diferentes, 7.6 y 12 cm con un valor de 21.32%; en comparación con labranza convencional con 16.40% y labranza vertical con un 15.53%.

Uribe y Rouanet (2002), concluyen que las técnicas de labranza con el manejo de residuos tienen un efecto positivo con respecto a la retención de humedad, tanto en la temporada de seca como de temporal.

La capacidad de retención de agua de un suelo va en función de la textura y estructura que posee, pero también está relacionado la densidad aparente, para lo cual García *et al.*, (2005), demuestran que un suelo con labranza cero retiene más cantidad de agua en los primeros centímetros por lo tanto agotándose más lentamente permitiendo un buen desarrollo de la planta e incrementando el rendimiento.

En los suelos agrícolas el contenido de humedad es muy importante para el desarrollo de la planta; Valverde (2011), dice que un sistema de labranza de conservación retiene más agua a una profundidad de 0-30 cm, por lo que está relacionado a los residuos de cosecha los cuales reducen la pérdida de humedad por evaporación.

En la actualidad la capacidad de retención de humedad del suelo esta dado en función de la estructura y textura del mismo junto con la materia orgánica que posee, para lo cual Lopez *et al.*, (2006), concluyen que utilizando una labranza convencional con 60 toneladas de estiércol se puede incrementar la retención de humedad del suelo.

El suelo con una densidad aparente muy alta suele afectar negativamente a la porosidad del suelo disminuyendo la capacidad de retención de agua y aereación, investigadores mencionan que un sistema de labranza convencional disminuye la densidad aparente incrementando la porosidad, aumentando así la capacidad de retención de humedad con una macroporosidad artificialmente generada por la labranza (Gelantini 2006).

Un suelo al ser removido pierde nutrientes y humedad por medio de la erosión o la evapotranspiración esto pasa por no implementar un sistema de labranza de conservación, por lo tanto Acevedo y Martinez (2003), recomiendan utilizar un sistema de cero labranza manteniendo los rastrojos del cultivo para ayudar a evitar la erosión e incrementar la capacidad del suelo en cuestiones de retención de humedad y así reducir la evaporación.

Barrios (2009), recomienda implementar un sistema de labranza de conservación con cobertura natural ayudando a incrementar la velocidad de infiltración proporcionando mayor capacidad del suelo a retener agua y así evitar el escurrimiento superficial en comparación con la labranza convencional.

5.3. Mejoradores orgánicos para la disponibilidad de humedad en el suelo

SAGARPA (2000), define a los mejoradores de suelo como insumos de nutrición vegetal elaborados a base de productos orgánicos o microorganismos, los cuales realizan una modificación de las propiedades físicas,

químicas y biológicas del suelo creando condiciones óptimas para el buen desarrollo de la planta.

En la actualidad se están realizando estudios para mejorar la retención de humedad lo cual se emplean mejoradores orgánicos, de acuerdo a estudios realizados por Grez y Gerden (1995), mencionan que la implementación de aserrín en suelos arenosos mejoran la capacidad de retención de agua.

Los suelos de hoy en todo el mundo se están caracterizando como suelos pobres por los diferentes tipos de erosión lo cual como solución se tiene la implementación de mejoradores de suelo. Azurduy *et al.*, (2006), afirman que el uso de mejoradores orgánicos del suelo favorecen positivamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo proporcionando características de compost de óptima calidad, favoreciendo así un crecimiento y desarrollo normal de la planta.

Baker *et al.*, (2008), mencionan que la capacidad de retención de agua de un suelo depende de la cantidad de materia orgánica que el suelo posee de la cual la absorbe más rápidamente y la libera más lentamente favoreciendo al desarrollo de la planta reflejándose en un mayor rendimiento del cultivo al final del ciclo.

Becerra *et al.*, (2005), mencionan que la incorporación de materia orgánica junto con la textura del suelo influyen en el contenido de humedad, densidad aparente y resistencia a la penetración lo cual dan un comportamiento diferente frente a un sistema de labranza.

Rivero *et al.*, (1998), concluyen que la incorporación de residuos orgánicos produce modificaciones deseables en las condiciones estructurales del suelo incrementando la retención de agua, la porosidad, la aeración y la conductividad eléctrica disminuyendo de ésta forma la densidad aparente.

En el suelo existen muchos nutrientes como el nitrógeno, potasio y calcio entre otros; unos de los nutrientes mas significativos es el carbono orgánico de lo cual es un elemento indispensable para el desarrollo de la planta, el carbono orgánico afecta positivamente a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por lo tanto ha resultado ser el principal elemento para la productividad agrícola (Martinez *et al.*, 2008).

Stoof *et al.*, (2010), mencionan que la incorporación directa de cenizas al suelo puede ser una alternativa sustancial para mejorar la retención de humedad en el suelo.

Dejar los residuos de cosechas anteriores en un sistema de labranza de conservación mejora la capacidad de retención de humedad reduciendo la evapotranspiración, aumenta el nitrógeno e incrementa la materia orgánica del suelo (García de Cortazar, 2003).

Para una mejor germinación de la semilla se tiene que disponer de humedad entre los primeros 15 cm de profundidad de los cuales propicia un mejor desarrollo de la raíz. Torres (2011), demuestra que la composta Miyaorganic retiene mas humedad en la profundidad en los primeros 5 cm, en cambio la micorriza retiene de los 5-15 cm a comparación de un testigo y algaenzimas.

5.4. Efecto de la labranza en el desarrollo de raíces

El paso excesivo de maquinaria y arado de discos puede provocar severos problemas de compactación en el sub-suelo provocando un bajo desarrollo radicular; en estudios realizados por Baber (2000), menciona que para disminuir la compactación de los horizontes, un laboreo profundo es lo más recomendado aumentando la porosidad del suelo lo que con lleva el buen desarrollo radicular.

La semilla al germinar depende de los nutrientes y humedad que la rodean los cuales son absorbidas por la raíz, misma que proporciona anclaje de la planta en el suelo. Bravo y Florentino (1997), descubrieron que en la labranza mínima con residuos de *Crotalaria-juncea*L favorece al buen desarrollo radicular de lo cual es más profundo y uniforme ya que proporciona condiciones físicas agradables para la planta.

Existen muchos tipos de labranza, en la actualidad una de las principales son el sistema de labranza de conservación de las cuales la labranza vertical tiene como función principal el rompimiento y aflojamiento del suelo para así proporcionar óptimas condiciones físicas para el desarrollo radicular de la planta (Baber, 2000).

La densidad aparente es de suma importancia en el suelo agrícola ya que a menores valores permite un buen desarrollo radicular, Mora *et al.*, (2001), mencionan que la densidad aparente y la resistencia a la penetración se incrementan en la labranza cero que en comparación de la labranza convencional.

En estudios realizados por Valle *et al.*, (2004), encontró mayor densidad radical en un suelo aluvial de textura franco-arcilloso-arenoso en el sistema de no labranza en comparación con el sistema de labranza convencional.

Para el desarrollo radical, el suelo debe tener una buena estructura y textura con una baja densidad aparente ya que el suelo se encuentra propicio para el desarrollo de la planta, Demuner *et al.*, (2012), mencionan que la labranza convencional favorece al buen desarrollo radicular propiciando las condiciones físicas adecuadas.

La raíz es un órgano vital para la planta en lo cual solo se encuentra en el sub-suelo, es la encargada de absorber todos los nutrientes y el agua que necesita para que la planta se desarrolle; para lo cual Uribe y Rouanet (2002), mencionan que la raíz penetra aproximadamente hasta los 40 cm para absorber humedad aparte de también absorber los nutrientes del suelo para un mejor desarrollo y así poder obtener mayores rendimientos.

En estudios realizados por Whitmore y Whalley (2009), concluyen que las raíces son menos estudiadas debido a que es difícil de controlar las condiciones en las que se desarrollan, por lo tanto la humedad juega un papel importante en el suelo ya que entre menos humedad se encuentre en el suelo es más difícil de penetrar lo cual afecta negativamente al desarrollo radicular que se ve reflejado en un bajo crecimiento y por lo tanto el rendimiento es menor.

Para el excelente desarrollo radicular todo está en función de la densidad aparente ya que entre mayor sea la densidad aparente, mayor será la

resistencia a la penetración, unos de los estudios realizados por Draghi *et al.*, (2004), mencionan que la cero labranza propicia un buen desarrollo normal de las raíces a muy poca profundidad.

En el suelo el sistema radical se desarrolla en los primeros centímetros para así proporcionar un mejor anclaje y una mejor absorción de nutrientes y agua Ohep *et al.*, (2002), mencionan que la raíz se desarrolla entre las profundidades de 0 y 30 cm en un sistema de labranza de conservación a comparado con el sistema de labranza tradicional.

Barrios (2009), menciona que un sistema de labranza convencional proporciona una mejor condición por lo que provoca mayor biomasa de raíces realizando una mejor absorción de humedad y nutrientes existentes en el suelo para así tener un mejor desarrollo de la planta.

5.5. Interacción de mejoradores de suelo en el desarrollo radicular

La incorporación de materia orgánica al suelo favorece a la microflora y microfauna del suelo ya que ellos son los encargados de la descomposición y mineralización de la materia orgánica lo cual las raíces son una fuente de complejos recursos que varían químicamente y morfológicamente las cuales absorben los nutrientes y agua del suelo (Julca-Otiniano, 2006).

Las propiedades físicas del suelo son muy importantes para el desarrollo de una planta ya que con una buena porosidad, la raíz de la planta se desarrolla de excelente manera propiciando una mayor absorción de agua y nutrientes

que necesita la planta para desarrollarse, de acuerdo con Carmen *et al.*, (1998), mencionan que los indicadores del mejoramiento de suelo realizan modificaciones en la capacidad del suelo para conducir agua especialmente cuando se incorpora una mezcla de gramínea-leguminosa, lo cual la incorporación de materia orgánica en el suelo constituye una alternativa para el mejoramiento físico.

La raíz es un órgano vital para la planta por lo tanto penetra profundamente en el suelo para extraer el agua y los nutrientes necesarios. Torres (2011), demostró que en un experimento con tres mejoradores (algaenzimas, micorrizas y composta) y un testigo, la raíz penetró más en el testigo obteniendo mejor desarrollo de plantas.

5.6. Efecto de los sistemas de labranza y mejoradores en el rendimiento

En la actualidad los suelos agrícolas se están volviendo pobres, para lo cual se está implementado el uso sofisticado de la labranza y la aplicación de materia orgánica de los cuales puede incrementar el rendimiento de un cultivo (Singer *et al.*, 2004).

Al establecer un cultivo se espera mayor rendimiento para así obtener mayores ganancias; Demuner *et al.*, (2012), concluyen que a un corto plazo no se esperan resultados mayores en el rendimiento a pesar de utilizarse un sistema de labranza de conservación como la no labranza que es la que presenta mayores contenidos de humedad. En cambio en la comparación de

los sistemas de labranza concluyen que la labranza convencional favorece en el rendimiento a comparación que labranza vertical y cero labranza.

En estudios realizados por Valverde (2011), evaluó los sistemas de labranza tanto de conservación y tradicional en un cultivo de maíz, encontrando para el rendimiento que la labranza convencional fue mayor seguido por la cero labranza y la labranza mínima.

Ohep *et al.*, (1998), realizaron un experimento en lo cual utilizaron los tratamiento de no labranza, un paso de sub-suelo, un paso de sub-suelo con tres pasos de rastras y cuatro pasos de rastra, de los cuales en los tres primeros tratamientos es decir los tratamientos de labranza de conservación mantiene un rendimiento que no se diferencia significativamente en comparación del tratamiento de solo rastra que proporciona un rendimiento bajo en el cultivo de frijol.

Ohep *et al.*, (2002), concluyen que en la labranza de conservación utilizando *Crotalaria* mas residuos de gramíneas arrojaron un mayor rendimiento en comparación de los demás tratamientos.

En la actualidad los productores para poder sustituir a los nutrientes perdidos fertilizan sus cultivos con fertilizantes inorgánicos por lo tanto obtienen un mayor rendimiento; López *et al.*, (2001), mencionan que los abonos orgánicos pueden tener el mismo o un mayor rendimiento, para lo cual una dosis de 20 a 30 toneladas puede sustituir el fertilizante inorgánico pudiendo recuperar así los nutriente del suelo y disminuir la densidad aparente.

Martínez *et al.*, (2011), mencionan que al no laborar el suelo más un subsoleo produce un incremento significativo en el rendimiento, por lo tanto afectando positivamente a las propiedades físicas como incremento en la porosidad lo cual como consecuencia se va reduciendo la compactación y disminuyendo la densidad aparente.

En la actualidad se han hecho muchos estudios sobre la comparación entre labranza tradicional y el sistema de labranza de conservación, Martínez *et al.*, (2010), encontraron diferencias entre rendimiento siendo mayor en la labranza tradicional que en comparación con la labranza de conservación.

Canales (2001), menciona que los beneficios de la algas marinas es para brindar un mejoramiento a la planta, por lo tanto realiza pruebas para el rendimiento en tratamientos de labranza convencional y el acolchado obtenidos valores similares en una producción de tomate, comprobando así que los fertilizantes hechos a base de extractos de algas marinas son una estrategia recomendable para incrementar el rendimientos y generar excelentes ganancias al final de la cosecha.

Hoy en día lo que se busca es incrementar el rendimiento del cultivo pero sin dañar el suelo lo que se está buscando alternativas para lograrlo Lopez *et al.*, (2006), recomiendan para el mejoramiento de las condiciones físicas y el incrementando del rendimiento utilizar un sistema de labranza de conservación y la fertilización orgánica.

Torres (2011), demostró que utilizando extracto de algas en el suelo propicia una condición física agradable para un mejor desarrollo de la planta, lo cual se ve reflejado en el rendimiento del cultivo.

5.7. Efecto de la humedad y rotación de cultivo en el rendimiento

Gvozdenovich *et al.*, (2010), mencionan que para tener mayores rendimientos en un cultivo el suelo debe tener minerales y lo principal una capacidad de retener agua en el primer metro de profundidad de siembra ya que el rendimiento tiene que ver más con el contenido de humedad presente en el suelo.

El suelo agrícola debe estar en balance con el contenido de humedad y aireación para así hallar un buen desarrollo tanto de las raíces como de las plantas, en estudios realizados por Ferreyra *et al.*, (1985), encuentran que un exceso de agua afecta negativamente a la producción reduciendo el rendimiento del cultivo.

En los suelos del campo mexicano los productores siempre siembran un solo cultivo por lo tanto los nutrientes se terminan más rápido. Martínez (2002), recomienda implementar una rotación de cultivos pudiendo ser leguminosa-leguminosa, gramínea-leguminosa o gramínea-gramínea pudiendo así incrementar el rendimiento esperado de un cultivo.

Barrios (2009), encuentra que en una rotación realizada de gramínea-leguminosa el rendimiento mayor en grano fue alto en el sistema de labranza convencional en comparación con una siembra directa y labranza mínima.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización y descripción del proyecto

Esta investigación es un proyecto a largo plazo la cual se está realizando dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la ex-hacienda de Buenavista, localizada a siete kilómetros al Sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila México. Las coordenadas geográficas que la delimitan son: 25° 23' 42" latitud Norte, 100° 59' 57" longitud Oeste y una altitud de 1743 msnm. De acuerdo a la clasificación climática de Koppen, modificada por García (1973), el clima de Buenavista se expresa bajo la fórmula: $BS_0kx'(w)(e')$, que significa seco-árido, templado con verano fresco largo, con régimen de lluvias escasas todo el año tendiendo a llover más en el verano y clima extremo. La temperatura media anual es de 16.9 °C, con una precipitación media anual de 435 milímetros, la evaporación media anual para el periodo 1981-2010 fue de 2171 milímetros. Los vientos predominantes tienen una dirección noreste, con velocidades de 25.5 km h⁻¹ (Servicio Meteorológico Nacional 2010).

6.2. Caracterización inicial del sitio experimental

Las pruebas se realizaron en el campo experimental denominado El Bajío en la parcela "El Pedregal", el tipo de suelo es de una textura franco arcilloso.

La superficie total del área experimental tiene dimensiones de 30 metros por 250 metros (7500 m²). En el área experimental se estableció un monocultivo (gramínea) y una rotación (frijol), de las cuales se trabajó en nueve sub-parcelas con dimensiones de 40 metros por 12 metros (480 m²). Se establecieron tres tratamientos de labranza los cuales fueron: L1 (labranza

convencional), L2 (labranza vertical) y L3 (labranza cero) replicándose tres veces. Cada tratamiento de labranza se dividió en dos sub-parcelas y cuatro franjas iguales.

Para los mejoradores de suelo se utilizaron tres de los cuales fueron: M1 (Micorrizas), M2 (Composta Miyaorganic), M3 (Algaenzimas) y M0 (Testigo), aplicándose en cada franja (figura 1)

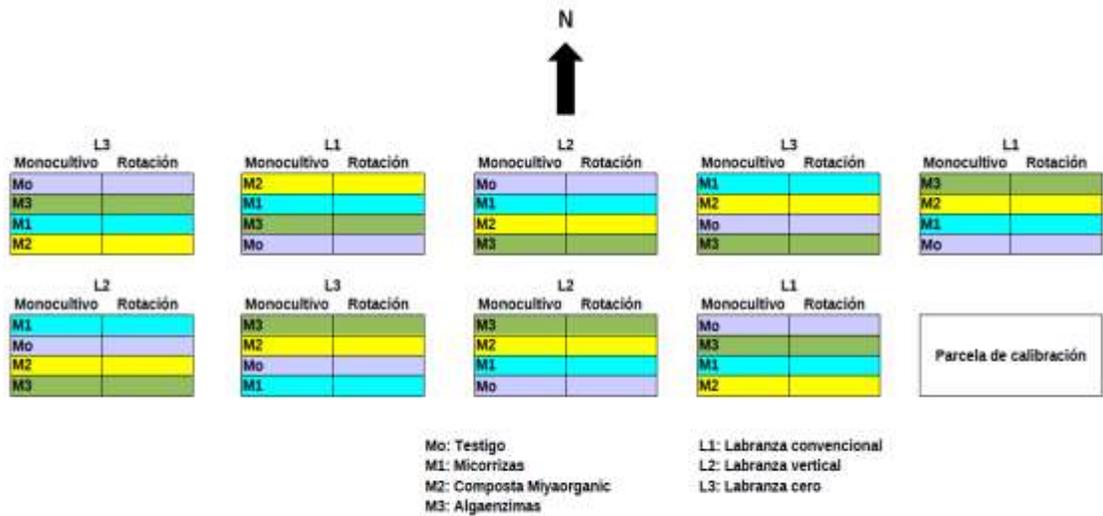


Figura 1. Croquis del establecimiento del experimento

6.3. Monitoreo de la humedad

Una vez ya establecido el cultivo se aplicó el primer riego dejando reposar dos días para que así el suelo llegue a capacidad de campo, por lo tanto se dio seguimiento a la humedad en el perfil del suelo a tres profundidades 7.6, 12 y 20 centímetros utilizando una sonda TDR 300 FIELDSCOUT de la compañía Spectrum Technologies, Inc., (figura 2).



Figura 2. Sonda TDR 300 y puntas 3.7, 7.6, 12 y 20 cm

Antes de llevar a cabo la toma de lectura de humedad, primeramente se tiene que realizar una calibración por medio de la computadora y el software del equipo, proporcionando los datos de capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP); así mismo la fecha en la que se levantará la muestra.

Una vez estando el campo se enciende el equipo se selecciona el largo de la punta que se va a utilizar y posteriormente se introduce al suelo y presionar el botón de lectura y automáticamente se guarda en la memoria del aparato (figura 3), por cada profundidad se tomó 360 lecturas llegando a un total de 1080 lecturas entre las tres profundidades. Los datos se descargan a la computadora a través del software para su procesamiento.



Figura 3. Recolectando lecturas de humedad

6.4. Determinación del volumen de exploración de raíces.

Para determinar el volumen de exploración de raíces, se obtuvieron cuatro muestras por cada tratamiento, las cuales fueron elegidas aleatoriamente utilizando el método de líneas de intercepción (Mostacedo y Fredericksen, 2000), el cual a continuación se muestra:

- I. Por cada tratamiento se levantaron ocho muestras, cuatro en la rotación y cuatro en el monocultivo, para posteriormente poder determinar el rendimiento por hectárea.
- II. Con el tipo de labranza y mejorador elegido se midió un metro lineal en la rotación y en el monocultivo en donde se encontrara una densidad de plantas mayor.
- III. Una vez determinado el metro lineal, se eligió una planta al azar de las que se encuentran en el rango medido y con la ayuda de un pico se escarba cuidadosamente para no dañar la raíz y se extrae con una pala de tal forma que la raíz quede limpia para proceder con la medición.

- IV. Ya habiendo obtenido la raíz con la ayuda de un flexómetro se midió la raíz en los tres ejes (x, y, z), los datos obtenidos se registraron para su posterior análisis.



Figura 4. Medición del volumen radicular

6.5. Rendimiento

- I. Para determinar el rendimiento se utilizó el método de líneas de intercección dado por (Mostacedo y Fredericksen, 2000).
- II. Se mide un metro lineal en el cultivo donde se encuentre una densidad de plantas mayor.
- III. Una vez determinado el metro lineal se cortan las plantas que se encontraban dentro de lo medido, se etiquetan y se transportan para su previa deshidratación a temperatura ambiente.
- IV. Una vez que se secó la planta se procede a pesar clasificando por cada sistema de labranza. Obteniendo datos de pesos se procede al análisis de los datos



Figura 5. forraje de maíz en proceso de deshidratación

6.6. Modelo estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un modelo de parcelas divididas propuesto por Montgomery (2001).

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$\tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij}$: representa toda la parcela y corresponden respectivamente a los bloques (o repeticiones), los tratamientos principales (factor A), y el error toda parcela (repeticiones (o bloques) \times A).

$\gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk}$: representan la subparcela y corresponden respectivamente, para el tratamiento subparcela (factor B), las repeticiones (o bloques) \times B y AB interacciones, y el error de la subparcela (bloques \times AB).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Análisis para la variable humedad con sus respectivas interacciones (profundidad, labranza, mejorador, cultivo)

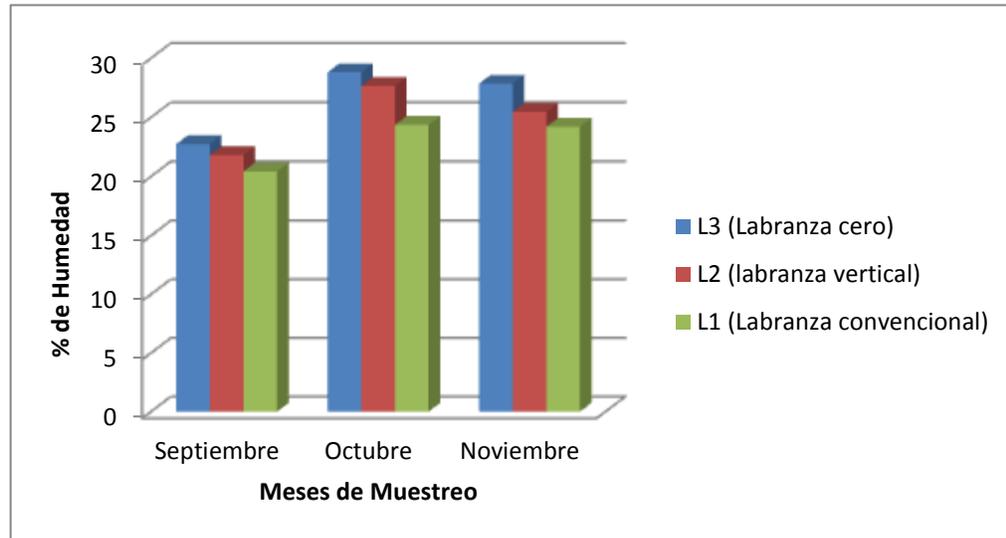


Figura 6. Gráfico de comparación Humedad-Labranza-Frijol

Para el cultivo de frijol, de acuerdo con el análisis de varianza y los cuadros de comparación de medias (anexo 1 pág 50, anexo 7-pág 55 y anexo 13-pág 60) Los sistemas de labranza conservacionista (figura 6), L2 y L3 al ser diferentes estadísticamente, son los que retienen mayor humedad en el suelo en comparación con L1, obteniendo el mismo comportamiento en los tres meses de muestreo. Demuner *et al.*, (2012), realizaron muestreos a dos profundidades (7.6 y 12 cm) utilizando tres tipos de labranza (convencional, vertical y cero), obteniendo que la cero labranza retuvo más humedad comprado con los otros dos sistemas. Navarro *et al.*, (2008), mencionan que la utilización de labranza de conservación sobre el suelo se refleja con un buen movimiento del agua (infiltración, percolación y drenaje), por lo que la capacidad de retención es mayor en comparación con el sistema de labranza tradicional.

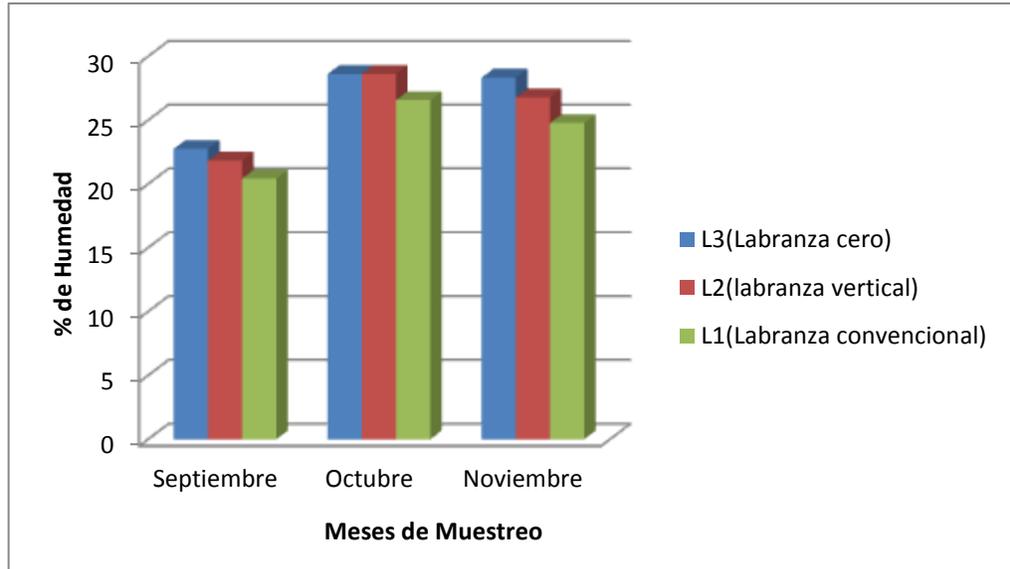


Figura 7. Gráfica de comparación Humedad-Labranza-Maíz

Para el cultivo de maíz en la figura 7 y en relación con los cuadros DMS (anexos 2 pág 51, 8 pág 56 y 14 pág 61); la capacidad de retención de humedad entre los sistemas de labranza de conservación se comporta de la misma manera que en el cultivo de frijol reteniendo más humedad comparado con el sistema de labranza tradicional. Mientras que las tecnologías del sistema de labranza de conservación es muy importante porque incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo propiciando mejores desarrollo en la planta (Bravo *et al.*, 1993). Para el muestreo del mes de Octubre (figura 7); L2 y L3 retienen la misma cantidad de humedad (anexo 8 pag 56) por lo que son diferentes de L1, por lo tanto existe mayor retención de humedad en los sistemas de conservación en comparación de Septiembre y Noviembre. Por lo tanto, los sistema de labranza de conservación favorecen positivamente en la retención de humedad evitando perdidas por percolación o evaporación (Faustino, 2012).

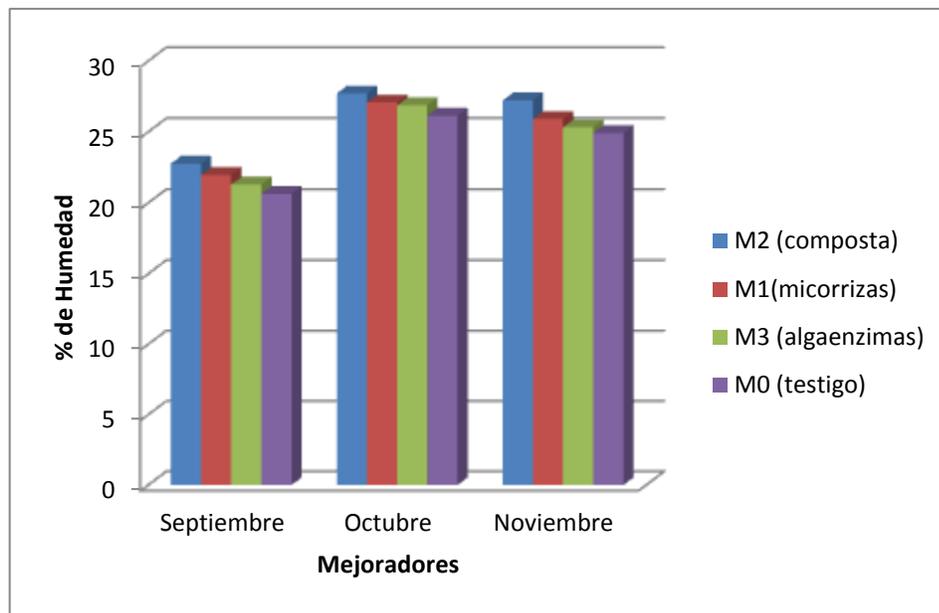


Figura 8. Gráfica de interacción Humedad-Mejorador-Frijol

En relación a la interacción humedad-mejorador para el cultivo de frijol la DMS (anexo 3 pág 51, anexo 9 pág 56, anexo 15 pág 6); y de la figura 8, los mejoradores comienzan a reflejar diferencias con respecto al testigo en la retención de humedad en el cultivo de frijol debido que en el mes de Octubre y Noviembre hay mayor capacidad de retención de humedad, por lo tanto la composta tiene mayor retención de humedad comparado con los demás mejoradores y el testigo. Rivero *et al.*, (1998), mencionan que la incorporación de residuos orgánicos (mejoradores) producen efectos favorables al suelo degradado por lo que en su experimento produjo diferencias al testigo después de los 3 años de su aplicación. De acuerdo con el (anexo 15 pág 61), para el tercer mes de muestreo Noviembre (figura 8); M2 y M1 presentan diferencias en la retención de humedad en comparación con M3 y M0. Torres (2011), concluye que la composta retiene más humedad a los primeros 10 cm de profundidad en comparación con los demás mejoradores y el testigo.

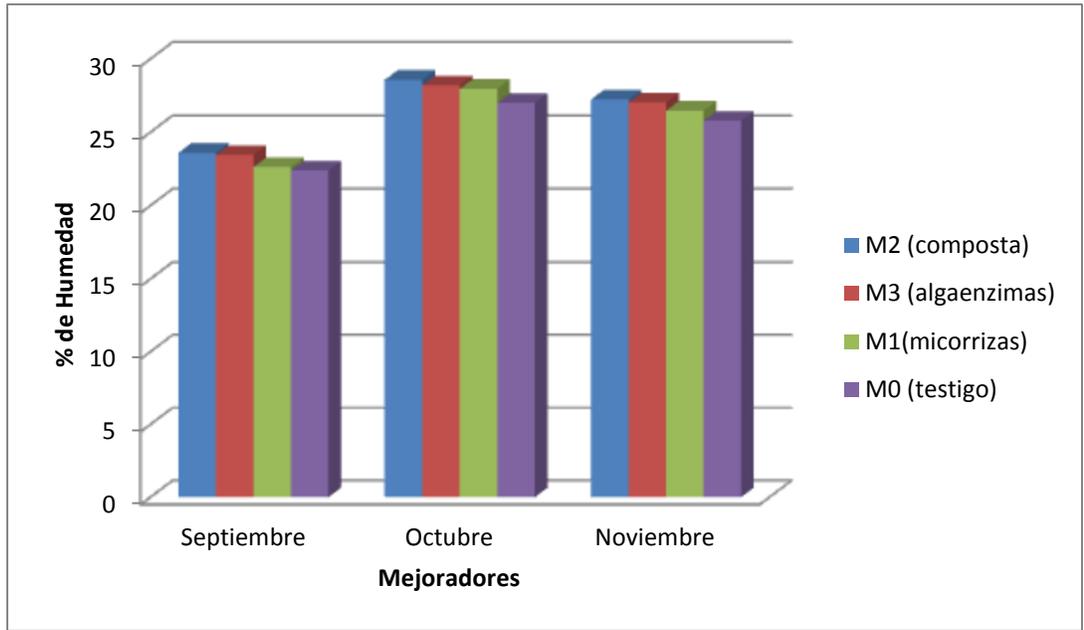


Figura 9. Gráfica de comparación Humedad-Mejorador-Maíz

En el cultivo de maíz, la figura 9 y de acuerdo con los cuadros de comparación DMS (anexo 4 pág 51, anexo 10 pág 56 y anexo 16 pág 61); nos muestra que no existe diferencia entre mejoradores y el testigo en favor a la retención de humedad comportándose de la misma manera en los tres meses de muestreo Querejeta *et al.*, (2000), mencionan que los efectos benéficos de mejoradores orgánicos se presentaran después de 4 años a su aplicación.

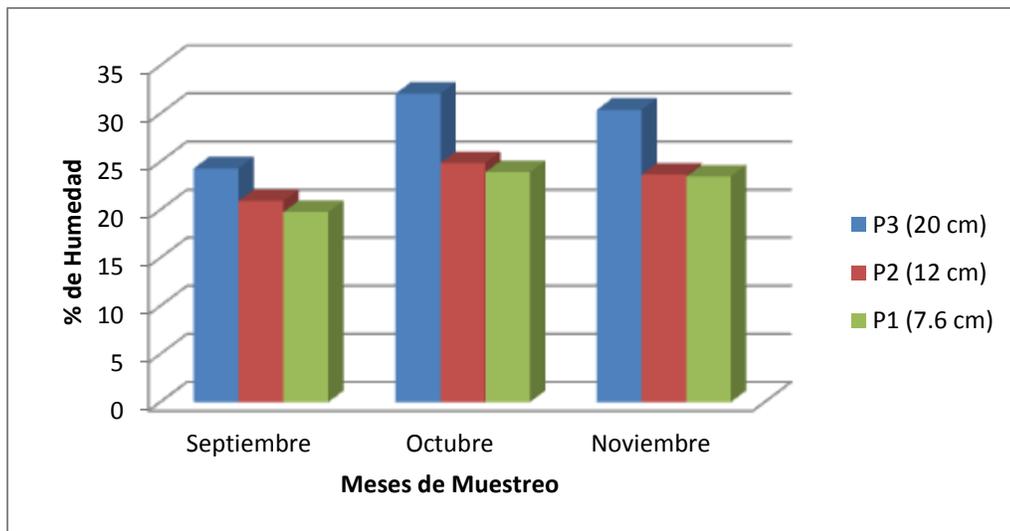


Figura 10. Gráfica de comparación Humedad-Profundidad-Frijol

En relación de la comparación humedad-profundidad para el cultivo de frijol como se muestra en la figura 10, P3 retiene más humedad en el suelo a comparación con P2 y P3, como se muestra en los anexos (5 pág 51, 11 pág 56, 17 pág 61). Mora *et al.*, (2001), mencionan que a una profundidad de 0-30 cm la retención de humedad es mayor en un sistema de labranza de conservación a comparación de un sistema de labranza tradicional.

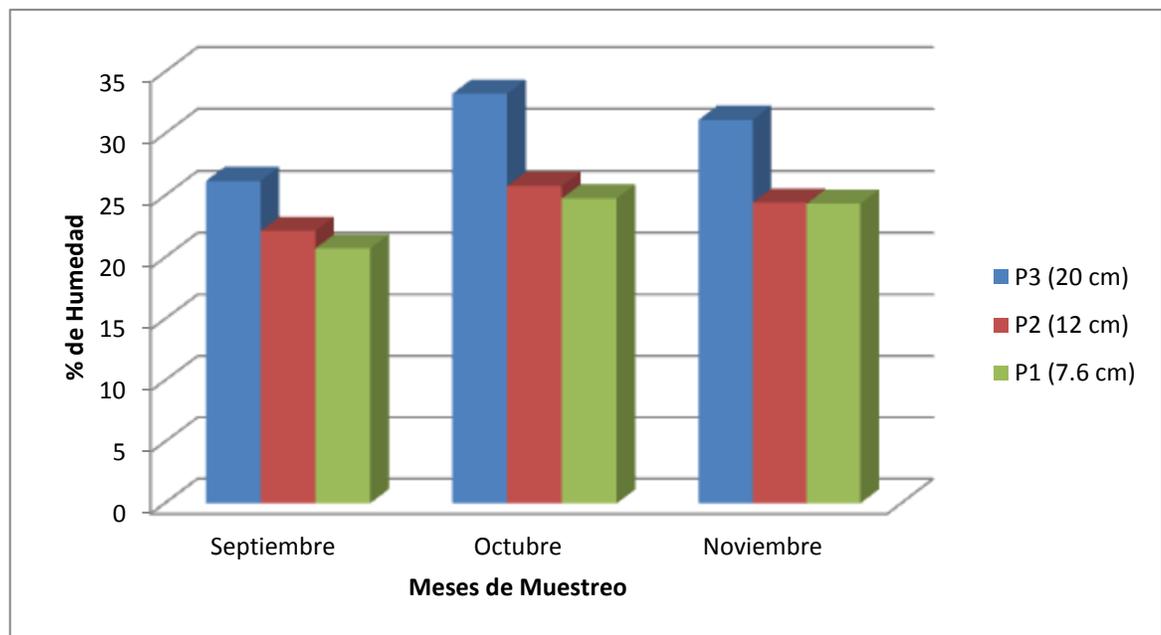


Figura 11. Gráfica de comparación Humedad-Profundidad-Maíz

En relación a la comparación humedad-profundidad para el cultivo de maíz mostrado en la figura 11, el comportamiento es el mismo que en el cultivo de frijol en retención de humedad por lo tanto la profundidad tres es la que retiene más humedad a comparación de las otras dos profundidades muestreadas como se muestran en la DMS de los anexos (6 pág 52, 12 pág 57 y 18 pág 61). Venialgo *et al.*, (2004), concluyen que la retención de humedad aumenta en la profundidad de suelo por lo tanto se manifiesta mayormente en profundidades de 20 y 30 cm.

7.2. Análisis para el variable volumen de exploración de raíces con sus respectivas interacciones (labranza, mejorador, cultivo)

Cuadro 1. Tabla de comparación entre labranza-volumen radicular en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (m ³)
a	L1 (LC)	0.004637
a	L2 (LV)	0.004457
a	L3 (NL)	0.002454

Cuadro 2. Tabla de comparación entre labranza-volumen radicular en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (m ³)
a	L2 (LV)	0.02629
a	L1 (LC)	0.02235
a	L3 (NL)	0.02088

Como resultados en la comparación entre los sistemas de labranzas con respecto a volumen de exploración de raíces, se puede decir que no existe ninguna diferencia estadística para los sistemas de labranza. Demuner *et al.*, (2012), mencionan que el sistema de labranza convencional y el sistema de labranza vertical propician un ambiente positivo en un buen desarrollo radicular a comparación de la cero labranza. En un experimento hecho por Martínez *et al.*, 2008, mencionan que los efectos de las labranzas en las raíces se reflejan a un largo plazo de 4 a 7 años, encontrado que para cero labranza existió mayor longitud y densidad radicular a comparación de la labranza convencional.

Cuadro 3. Tabla de comparación mejorador-volumen radicular en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (m³)
a	M1 (Micorriza)	0.006011
a	M2 (Composta)	0.003336
a	M0 (Testigo)	0.003279
a	M3 (Algaenzimas)	0.002771

En los mejoradores no existe diferencia entre ellos con respecto al volumen de exploración de raíces y el tipo de cultivos utilizados (maíz-frijol).

Cuadro 4. Tabla de comparación mejorador-volumen radicular en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (m³)
a	M0 (Testigo)	0.0277
a	M3 (Algaenzimas)	0.0219
a	M2 (Composta)	0.02183
a	M1 (Micorriza)	0.02125

Faustino (2012), recomienda la utilización de mejoradores orgánicos ya que causa un efecto positivo en el desarrollo radicular del suelo por lo que disminuye la densidad aparente propiciando un mejor desarrollo radicular ya que es importante para el desarrollo de la planta.

7.3. Análisis de la variable de rendimiento con la interacción de los sistemas de labranza.

Cuadro 5. Comparación de rendimiento de forraje en el cultivo de maíz

Grupos	Tratamiento	ton Ha⁻¹
a	L3 (NL)	12.5
b	L2 (LV)	21.75
b	L1 (LC)	24.875

En el cuadro 5 se observa que L3 muestra un menor rendimiento debido a un pobre desarrollo del cultivo y a una menor densidad de población en comparación con L2 y L1. Rojas *et al.*, (2002), demostraron que el rendimiento fue mayor en la labranza convencional con 6.74 ton Ha^{-1} debido que hubo mayor densidad de población de plantas en comparación con la labranza mínima con 5.91 ton Ha^{-1} .

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la retención de humedad los factores labranza combinados con la profundidad y cultivo influyen positivamente, debido que existe mayor almacenamiento a estratos mas profundos. Por lo tanto se retuvo más humedad en el cultivo de frijol bajo la condición de cero labranza. En el desarrollo radicular los sistemas de labranza no causaron efecto alguno.

Durante el ciclo del cultivo, en el estudio de los mejoradores orgánicos que fueron aplicados no causaron un efecto significativo en la retención de humedad en ambos cultivos; en cambio en el tercer mes de estudio empezó a haber diferencia en el cultivo de frijol en comparación con el cultivo de maíz; el comportamiento de los mejoradores permaneció igual a los primeros dos meses. Mientras que en el desarrollo radicular no hubo diferencia alguna entre los mejoradores.

Es conveniente implementar los sistemas de labranza de conservación combinados con un fertilizantes orgánicos y la reincorporación de residuos de cosecha ya que tienden a incrementar la capacidad de retención de humedad en el suelo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo E.** 2003. Sustentabilidad en cultivos anuales in Seminario Sustentabilidad en Cultivos Anuales: Cero Labranza, Manejo de Rastrojos, Santiago, Chile, pp 9-12.
- Acevedo E., y Martínez, E.** 2003. Sistema de labranza y productividad de los suelos in Seminario Sustentabilidad en Cultivos Anuales: Cero Labranza, Manejo de Rastrojos, Santiago, Chile, pp 13-27
- Alvarado Ochoa S., Jaramillo R., Valverde F., Parra R.** 2011. Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. Boletín técnico No. 150. Quito, Ecuador., pp 27.
- Amézquita Edgar.** 1998. Propiedad físicas de los suelos de los llanos orientales y sus requerimientos de labranza, memorias “encuentro nacional de labranza de conservación”, Villavicencio, Colombia. Pp. 145- 174.
- Azurduy A. Sheila N, Ortuño C., Noel., y Azero A. Mauricio.** 2006. evaluación de activadores orgánicos para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos en el municipio de Quillacollo. Física, química y biológica del suelo. Bolivia.

Baber R. 2000. Los principales tipos de labranza. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos in Boletín de tierras y aguas de la FAO 8. Roma, Italia. Pp 59-86.

Baber R. 2000. Principios generales para el desarrollo de estrategias para el manejo de suelos. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos in Boletín de tierras y aguas de la FAO 8. Roma, Italia. Pp 13-28.

Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., T. Chamen W. C., Reicosky D. C., S. Ribeiro M. F., Justice S. E., y Hobbs. P. R. 2008. Los ¿Qué? Y los ¿Por qué? De la agricultura con labranza cero in Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Food and Agriculture Organization of the United Nations y Editorial Acirbia, S.A. ZARAGOZA (España).Pp 13-24.

Barrios, M. B. 2009. Efecto del sistema de manejo de suelo en el desarrollo de raíces, absorción de agua y productividad en una rotación soja-trigo en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Becerra M Carolina, Madero M. Edgar, Herrera G. Oscar., y Amézquita A Edgar. 2005. Caracterización espacial de la compactación en terrenos agrícolas de CIAT, Colombia. Revista del instituto de investigación FIGMMG. Colombia. Vol 8, pp 33-37.

Benites José. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos in Boletín de tierras y aguas de la FAO 8. Roma, Italia.

Bravo Carlo y Adriana Florentino. 1997. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento de algodón. Revista Bioagro. Maracay, Venezuela. Vol (9),pp: 67-75.

Bravo Carlo y Adriana Florentino. 1999. Nivel de cobertura, conservación de suelos y aguas bajo diferentes sistemas de labranza. Rev. Fac. Agron. Maracay, Venezuela. 25:57-74.

Bravo Espinosa, M., Nieuwkoop, M. V., Contreras, J. R., Jimenez, J. L., y Morales Guerra, M. (1993). El potencial de la labranza de conservacion en la Mixteca Oaxaqueña. México, D.F.: CIMMYT.

Cadena, M., Gaytán, T., y Zermeño, A. 2004. Desempeño de Implementos de Labranza en Términos de Consumo de Energía y Calidad de Trabajo Revista Agraria. Nueva Época, 1. Uaaan, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Camacho Tamayo, J. H., y Rodríguez, G. A. 2007. Evaluación de implementos de labranza a diferentes velocidades de operación y contenidos de agua del suelo. Agricultura Técnica, 67(1), 60-67.

Canales López Benito. 1999. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. TERRA volumen 17 numero 3. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. Pp 271-276.

Canales López, B. 2001. Uso de los derivados de algas marinas en la producción de papa. Tomate, chile y tomatillo: Resultados de investigación. Coahuila: Palau Bioquím SA.

Elisondo, E., Costa, J. L., Suero, E., Fabrizzi, K. P., y García, F. 2001. Evaluación de algunas propiedades físicas de suelos luego de la introducción de labranzas verticales en un suelo bajo siembra directa. Ciencia del suelo 19 (1), Argentina.

Edward C. Martin. 2010. Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego.

Faustino Mendoza M. 2012. Impacto de tres sistemas de labranza y mejoradores de suelo en la disponibilidad de humedad y volumen de exploración de raíces en un suelo franco arcilloso. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ingeniería. Departamento de Maquinaria Agrícola. Tesis de Licenciatura.

Fernández-Ugalde, O., Virto, I., Bescansa, P., Imaz, MJ, Enrique, A., y Karlen, DL. 2009. Mejora la labranza cero de la calidad física del suelo en calcárea, la degradación propenso, suelos semiáridos. Suelo y Laboreo Investigación , 106 (1), 29-35.

Ferreyra E. Raúl, Sellés Van Sch Gabriel., y Tosso T. Juan. 1985. Efecto de diferentes alturas de agua sobre el cultivo del pimiento. Influencia de los excesos de humedad, agricultura técnica vol(45) N° 1, Santiago, Chile, pp 47-51.

Florentino, A. 2011. Métodos para medir el contenido de agua en el suelo. Venesuelos, 14(1), Aragua, Venezuela, pp 48-70.

Galantini J. A., Iglesias J.O., Maneiro C., Santiago L., y Kleine C. 2006. Sistemas de labranza en el sudoeste bonaerense. Efectos de largo plazo sobre las fracciones orgánicas y el espacio poroso del suelo. Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)-INTA, vol. 35, No. 001. Buenos Aires, Argentina, pp 15-30.

García, I., Jiménez, J. A., Muriel, J. I., Perea, F., y Vanderlinden, K. 2005. Evaluación de sondas de capacitancia para el seguimiento de la humedad de un suelo arcilloso bajo distintas condiciones y tipos de manejo. Estudios de la zona no saturada del Suelo, vol. (VII). F.J. Samper Calvete y A. Paz González.

Genaro Demuner Molina, Martín Cadena Zapata, Santos Gabriel Campos Magaña, Alejandro Zermeño González y Félix de Jesús Sánchez Pérez. 2012. Efectos de tres sistemas de labranza y mejoradores de suelo en la disponibilidad de humedad y volumen de exploración de raíces. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. Núm. 4. PP. 719-727.

Giasson, E. 2000. Efecto de la labranza sobre las características físicas del suelo, in, manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, boletín de tierras y aguas de la FAO 8, roma, Italia. pp. 53-58.

Giasson E. 2000. Los principales factores ambientales y del suelo que influyen sobre la productividad y manejo. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos in Boletín de tierras y aguas de la FAO 8. Porto Alegre, Brasil. PP. 5-12.

Draghi, I., Botta, G., Balbuena, R., Claverie, J., y Rosatto, H. 2005. Diferencias de las condiciones mecánicas de un suelo arcilloso sometido a diferentes sistemas de labranza. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental, vol. 9, No. 1, pp 120-124.

Grez Renato y Gending Victor. 1995. Aplicación de aserrín en la industria forestal para el mejoramiento de suelo. Bosque 16 (1). Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile., pp 115-119.

Gvozdenovich J., Paparotti O., y Barbagelata P. 2010. Relación entre el rendimiento del cultivo de trigo y el agua edáfica a la siembra en diferentes suelos de entre ríos. In XXII Congreso Argentino de la Ciencia del suelo.

Hamil Uribe C., Juan L., y Rouanet M. 2002. Efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. AGRICULTURA TÉCNICA 62 (4).CHILE. pp 555-564.

J. W. Singer A, K. A. Kohlera, M. Liebmanb, T. L. Richardc, C. A. Cambardella and D. D. Buhlerd. 2003. Tillage and Compost Affect Yield of Corn, Soybean, and Wheat and Soil Fertility. *Agronomy Journal*-Article.

Jimenez Gonzalez C. A., Maciel Pérez L. H., Peña Ramos A., y Castillo Rosales A. 2004. Principios y fundamentos de labranza de conservación. Guía para su implementación.

Julca-Otiniano, Meneses-Florián, Blas-Sevillano Raúl., y Bello-amez Segundo. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de uso en la agricultura. *IDESIA volumen 24, N° 1.* Santiago, Chile. Pp 49-61.

López-Martínez, J. D., Ávalos Marines A., de Celis, E. M. R., Valdez Cepeda, R., y Salazar-Sosa, E. 2006. Características físicas del suelo y rendimiento de maíz forrajero evaluadas con labranza y fertilización orgánica-inorgánica. *Terra Latinoamericana*, vol. 24(3), 417-422.

López-Mtz, J. D., Díaz, A. E., Martínez, E. R., y Valdez, C. R. D. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra*, 19(4), 293-299.

López Martínez, J. D., Vázquez Vázquez, C., Salazar Sosa, E., Zúñiga Tarango, R., y Trejo Escareño, H. I. 2010. Sistemas de labranza y

fertilización en la producción de maíz forrajero. *Phyton* 79(1), Buenos Aires., pp 47-54.

Marcano Felipe, Ohep Carlos., y Francisco Desiderio. 1987. Efectos de la labranza sobre algunas variables físicas en un suelo OxicHaplustalfs del Yaracuy medio sembrado con maíz (*Zea mays* L.). Yaracuy, Venezuela.

Martinez Gamiño Miguel A., 2002. Labranza de conservación en una rotación maíz-frijol-avena forrajera de riego en la zona media. Folleto para productores No. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Palma de la Cruz-San Luis Potosí., México.

Martínez, E., Fuentes, J. P., Silva, P., Valle, S., y Acevedo, E. (2008). Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil and Tillage Research*, 99(2), 232-244.

Martínez, I., Ovalle, C., del Pozo, A., Uribe, H., Valderrama, N., Prat, C., Sandoval M., Fernandez F., y Zagal, E. 2011. Influence of conservation tillage and soil water content on crop yield in dryland compacted alfisol of central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(4), pp 615-622.

Martínez H. Eduardo, Fuentes E. Juan Pablo., y Acevedo H. Edmundo. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *RC Suelo Nutr. Veg*, 8(1), 68-96.

Medina, J., Y Báez, M. 2011. Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*, 29 (2), 113-121.

Mora Gutierrez M, Ordas Ch. V, Castellanos J. Z, Aguilar Santelises A, Gavi F., y Volke H. V. 2001. Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. *Terra Latinoamérica*, Enero-Marzo, vol. 19, numero 001. Universidad Autónoma Chapingo, México., pp 67-74.

Mostacedo, B., y Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

Ohep Carlos, Marcano Felipe., y Sivira Orlando. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el Yaracuy medio. *Bioagro* 10(3). Yaracuy, Venezuela. Pp 68-75.

Navarro Bravo, A., Figueroa Sandoval, B., Martínez Menes, M., González Cossio, F., y Osuna Ceja, E. S. 2008. Indicadores físicos del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. *Agricultura técnica en México*, 34(2), 151-158.

Ohep, C., Marcano, F., Pudzzar, S., y Colmenares, C. 2002. Efectos de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. *Bioagro*, 14(1), 37-45.

Osuna Ceja Esteban S, Figueroa Sandoval Benjamín, OleschkoKlaudia, Flores Delgadillo Mariade L, Martínez Menes Mario R., y Gonzales Cossío Félix V. 2006. Efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radicular del maíz con dos sistemas de labranza. Artículo de *Agrociencia* 40, No. 001. Mexico DF. Pp 27-38.

Pineda Mares, P., Martínez-Montoya, J. F., Amante-Orozco, A., y Ruíz-Vera, V. M. 2001. Respuesta del maíz al fósforo y un mejorador de suelos en áreas yesosas de la zona media de San Luis Potosí. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, pp106-113.

Pinto Ruiz R., Quiroga Madrigal F., Medina J., GuevaraHernandez F., y Gómez Castro H. 2009. Experiencias del uso de especies leguminosas como cobertura para la producción sostenible de maíz. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas, Serie técnica, Informe técnico No. 377, Costa Rica., pp 127-144.

Pudzzar, S., Ohep, C., Colmenárez, C., y Marcano, F. 2002. Efectos de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. *Bioagro*, 14(1), 37-45.

Prieto, B., Peroza, J. A., y Grandet, G. 2010. Efecto de labranza y manejo de materiales orgánicos sobre algunas propiedades físicas y químicas de un VerticEndoaquept del Valle del Sinú, Córdoba Colombia. *Temas Agrarios*, 15(2), pp 27-36.

Rivero Carmen, Deyanira Lobo L., y Alfredo López Pérez. 1998. efectos de la incorporación de residuos orgánicos sobre algunas propiedades físicas de un alfisol degradado. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela. 30 Vol. 6, Nº 1 y 2.

Rojas, L. A., Mora, A., y Rodríguez, H. (2002). Efecto de la labranza mínima y la convencional en arroz (*Oryza sativa* L.) en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 13(2), 111-116.

Secretariade Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2000. NORMA Oficial Mexicana NOM-077-FITO-2000 in Diario Oficial. Pp 38-41.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edicion, 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008. Pp 380.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola Cuadros tabulares. México. Pp. 1219.

Singer, J. W., Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L., Cambardella, C. A., y Buhler, D. D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agronomy Journal*, 96(2), 531-537.

Stoof, C. R., Wesseling, J. G., and Ritsema, C. J. 2010. Effects of fire and ash on soil water retention. *Geoderma*, 159(3), 276-285.

Torres Arellano, Víctor. 2011. Efecto de mejoradores de suelo en la humedad, desarrollo radicular y rendimiento de avena en un suelo arcilloso. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila México. Tesis de licenciatura.

Uribe C. Hamil, Rouanet M., y Juan L. 2002. Efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. *Agricultura técnica* 62(4). Octubre- noviembre. Santiago, Chile. Pp 555-564.

Venialgo, C. A., Ingaramo, O., Silva, I., Roldán, M. F., Banzhaf, G., y Noemí, C. 2004. Índice de cono, humedad presente y densidad aparente en diferentes labranzas y rotaciones. *Resumen A-076. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.*

Valle T, S., Martínez, E., Silva, P., y Acevedo, E. 2004. Efecto de la cero labranza en el crecimiento radical del trigo (*Triticum turgidum* L.) y las propiedades físicas del suelo. In *Simposio Residuos Organicos y su Uso en Sistemas Agroforestales, Temuco, 5-6 Ago 2004.*

Valverde Franklin, Ramos Mario., y Parra Rafael. 2002. Evaluación de sistemas de labranza de conservación del Suelo y fertilización con fosforo en maíz, al tercer año de Estudio. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Departamento de Manejos de Suelos y Aguas, INIAP Sta. Catalina, Quito, Ecuador.

Whitmore Andrew P y Whalley W Richard. 2009. Physical effects of soil drying on roots and crop growth. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 60, No. 10, pp. 2845–2857.

X. ANEXOS

ANVA humedad-labranza, humedad-mejorador, humedad-profundidad del mes de septiembre.

ANVA del cultivo de frijol.

	F value	Pr(>F)
P	51.5523	< 2.20E-16
L	14.4848	7.65E-07
M	5.7989	0.0006677
P:L	1.0017	0.4061605
P:M	0.637	0.7006704
L:M	1.8827	0.0819281
P:L:M	0.5521	0.8800057
CV= 7.289985		

ANVA del cultivo de maíz.

	F value	Pr(>F)
P	66.2542	< 2.20E-16
L	1.9309	0.14609
M	2.4516	0.06268
P:L	1.4983	0.20141
P:M	1.098	0.36235
L:M	5.0711	4.56E-05
P:L:M	0.5639	0.87125
CV= 4.634127		

Anexo 1. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L3 (Labranza cero)	22.74
b	L2 (labranza vertical)	21.82
b	L1 (Labranza convencional)	20.43

Anexo 2. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L3(Labranza cero)	22.75
b	L2(labranza vertical)	21.82
c	L1(Labranza convencional)	20.43

Anexo 3. Tabla de comparación entre mejoradores con respecto a humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M2 (composta)	22.76
a	M1(micorrizas)	21.96
ab	M3 (algaenzimas)	21.29
b	M0 (testigo)	20.64

Anexo 4. Tabla de comparación entre mejoradores-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M0 (testigo)	22.39
a	M1(micorrizas)	22.63
a	M3 (algaenzimas)	23.45
a	M2 (composta)	23.6

Anexo 5. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	24.31
b	P2 (12 cm)	20.91
b	P1 (7.6 cm)	19.77

Anexo 6. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	26.19
b	P2 (12 cm)	22.14
c	P1 (7.6 cm)	20.73

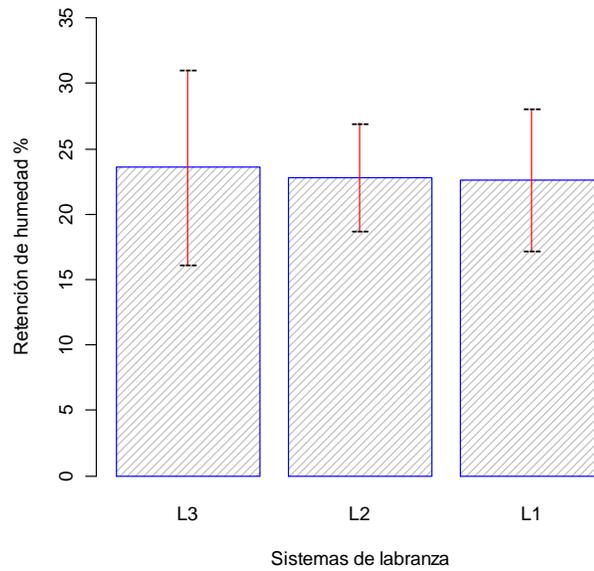


Grafico de labranzas-humedad, cultivo de maíz

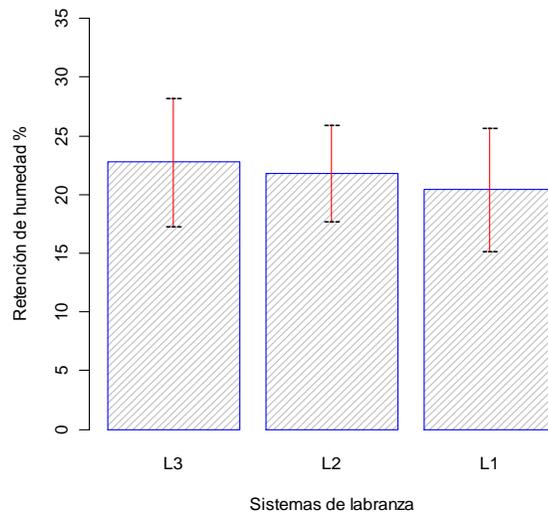
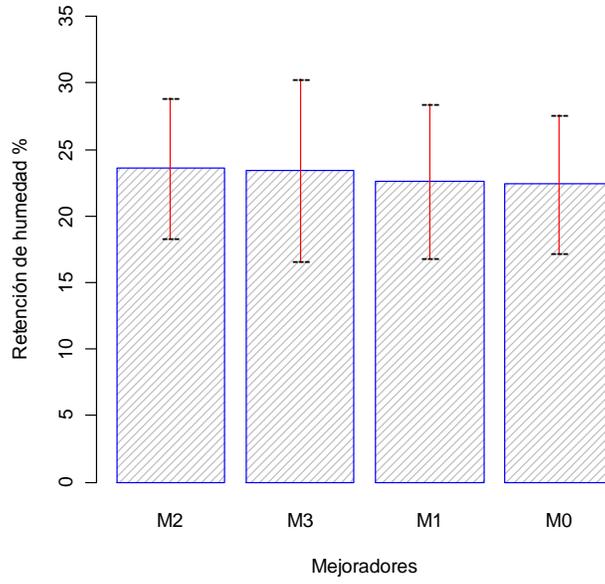
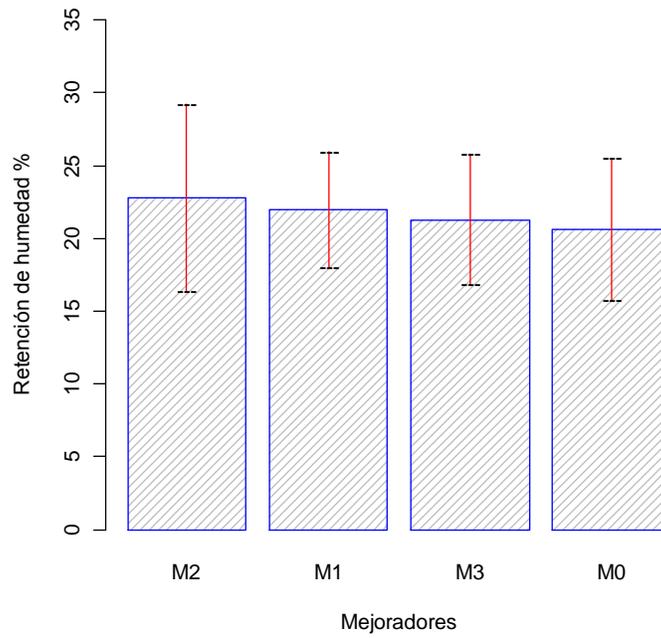


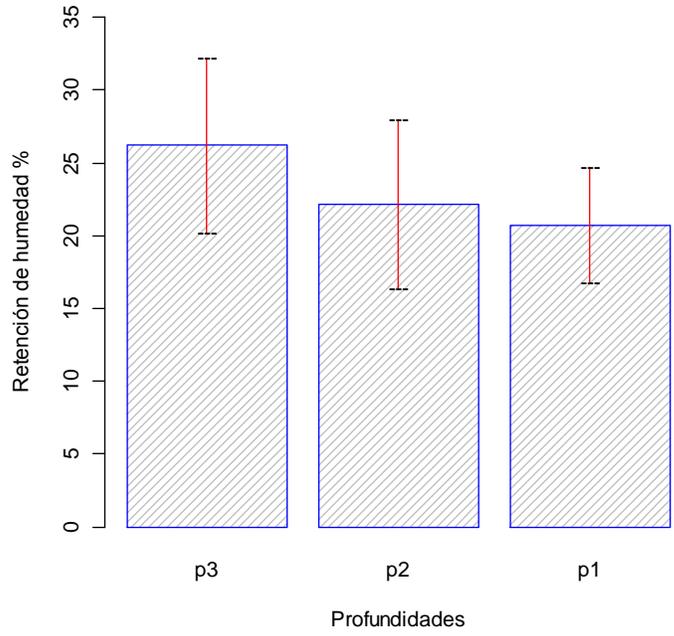
Grafico de labranzas-humedad, cultivo de frijol



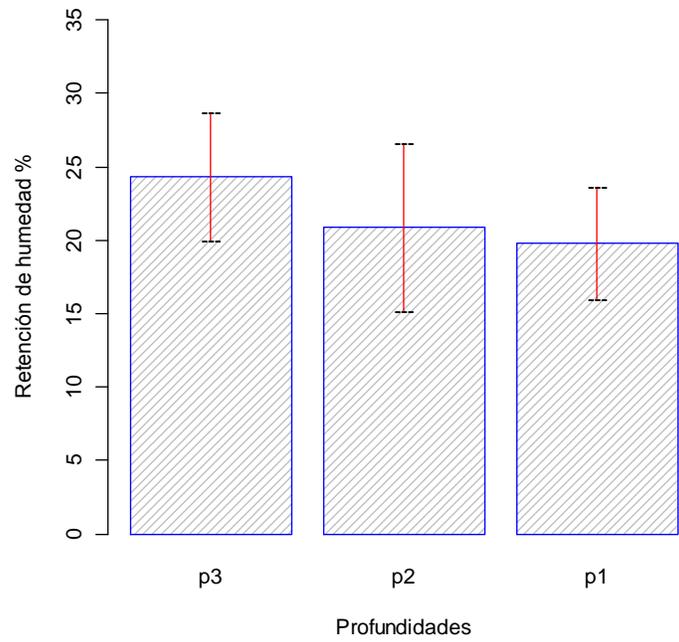
Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo de maíz



Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo frijol.



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo de maíz



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo de frijol

ANVA humedad-labranza, humedad-mejorador, humedad-profundidad, del mes de Octubre.

ANVA del cultivo de frijol.

	F value	Pr(>F)
P	108.6882	< 2.20E-16
L	28.8948	1.32E-12
M	1.7039	0.16525
P:L	3.6352	0.006222
P:M	0.123	0.993572
L:M	1.0354	0.401289
P:L:M	0.2367	0.996454
CV	21.32528	

ANVA del cultivo de maíz.

	F value	Pr(>F)
P	146.7859	< 2.20E-16
L	9.2793	0.0001103
M	2.2789	0.0786431
P:L	2.5912	0.035968
P:M	0.1888	0.9799351
L:M	2.6218	0.0163747
P:L:M	0.4899	0.9209113
CV	19.32565	

Anexo 7. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L3 (Labranza cero)	28.81
a	L2 (labranza vertical)	27.65
b	L1 (Labranza convencional)	24.37

Anexo 8. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L2 (labranza vertical)	28.63
a	L3 (labranza cero)	28.60
b	L1 (labranza convencional)	26.57

Anexo 9. Tabla de comparación entre mejoradores con respecto a humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M2 (composta)	27.71
a	M1(micorrizas)	27.07
a	M3 (algaenzimas)	26.87
a	M0 (testigo)	26.13

Anexo 10. Tabla de comparación entre mejoradores-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M2(composta)	28.57
a	M3 (algaenzimas)	28.19
a	M1 (micorrizas)	27.96
a	M0 (composta)	27.00

Anexo 11. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de frijol.

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	32.08
b	P2 (12 cm)	24.86
b	P1 (7.6 cm)	23.91

Anexo 12. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de maíz.

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	33.24
b	P2 (12 cm)	25.78
b	P1 (7.6 cm)	24.78

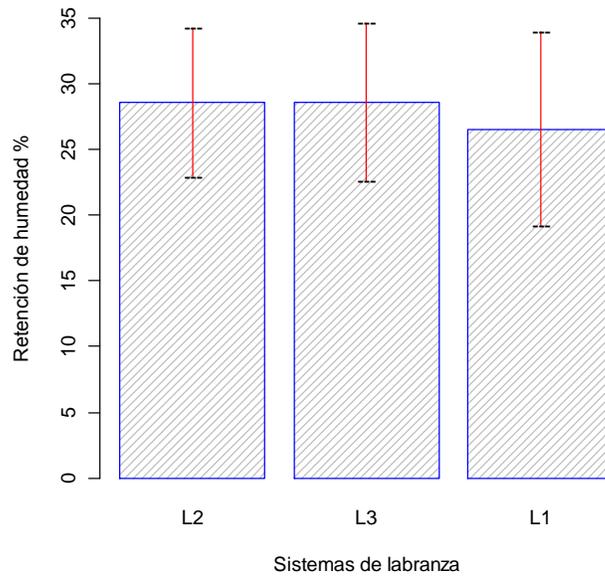


Grafico de labranzas-humedad, cultivo de maíz

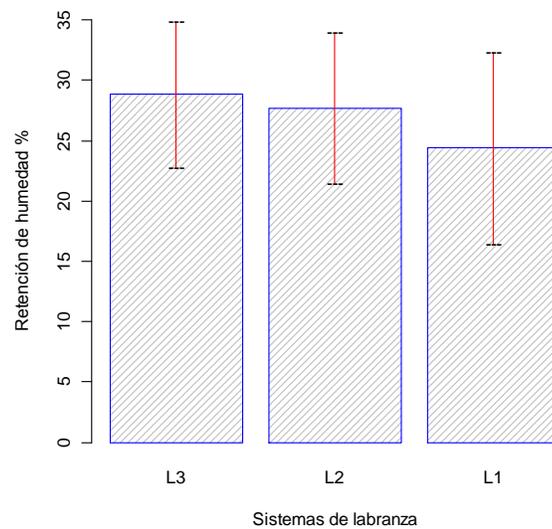
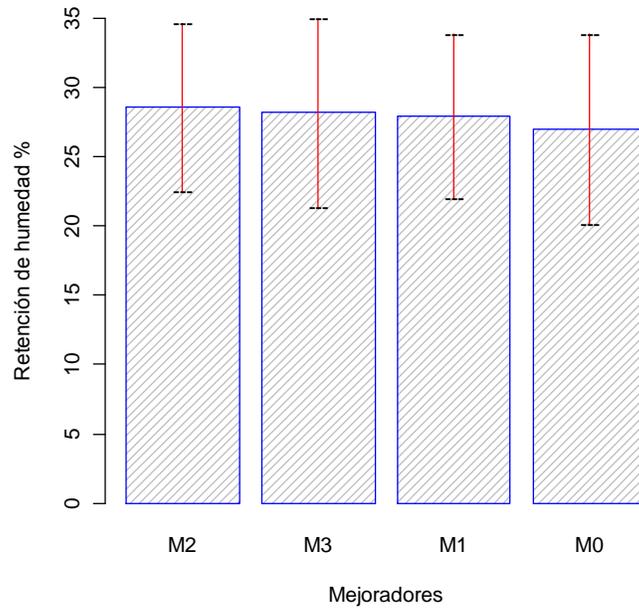
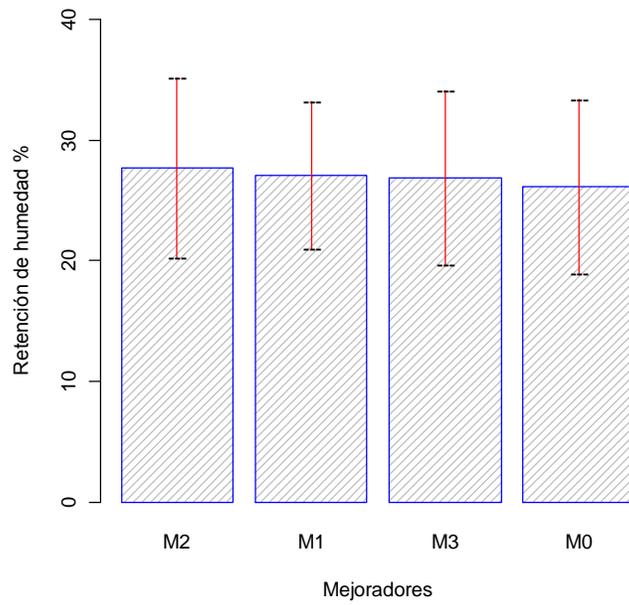


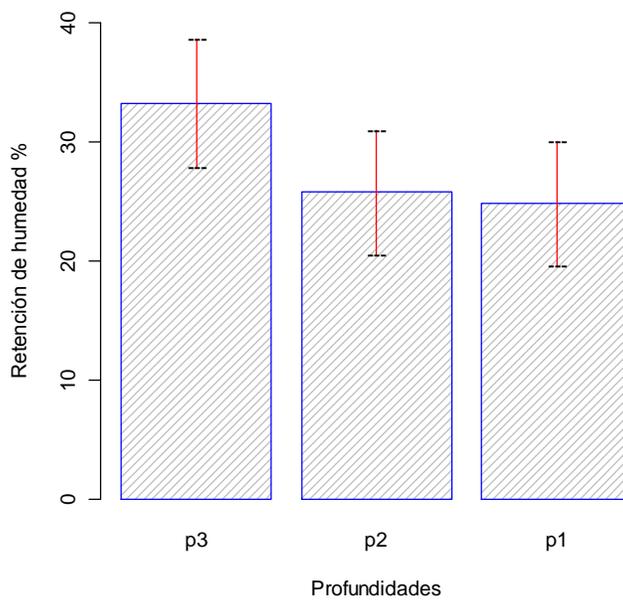
Grafico de labranzas-humedad, cultivo de frijol



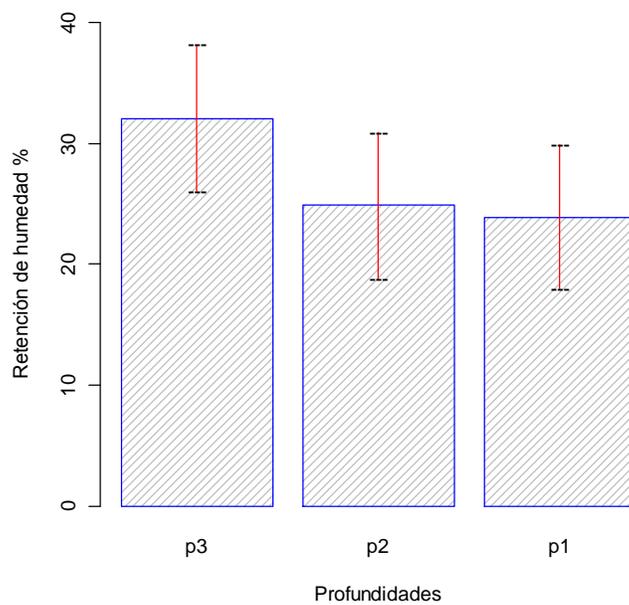
Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo de maíz



Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo de frijol.



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo de maíz



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo defrijol

ANVA humedad-labranza, humedad-mejorador, humedad-profundidad, del mes de Noviembre.

ANVA del cultivo de frijol.

	F	Pr(>F)
P	125.9293	< 2.20E-16
L	27.4023	5.05E-12
M	6.0637	0.0004639
P:L	2.6389	0.0332533
P:M	0.1321	0.9922082
L:M	1.8118	0.0948365
P:L:M	0.2179	0.9976208
CV	18.29943	

ANVA del cultivo de maíz.

	F alue	Pr (>F)
P	117.702	< 2.20E-16
L	24.6521	6.10E-11
M	2.4978	0.05897
P:L	2.5216	0.04032
P:M	0.2035	0.97565
L:M	2.6728	0.01459
P:L:M	0.3307	0.98357
CV	18.03576	

Anexo 13. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L3 (Labranza cero)	27.85
b	L2 (labranza vertical)	25.47
b	L1 (Labranza convencional)	24.21

Anexo 14. Tabla de comparación entre labranza-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	L3 (labranza cero)	28.33
ab	L2 (labranza vertical)	26.78
b	L1 (labranza convencional)	24.78

Anexo 15. Tabla de comparación entre mejoradores-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M2 (composta)	27.22
ab	M1(micorrizas)	25.91
b	M3 (algaenzimas)	25.32
b	M0 (testigo)	24.92

Anexo 16. Tabla de comparación entre mejoradores-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	M2(Composta)	27.24
a	M3 (Algaenzimas)	27.03
a	M1 (Micorrizas)	26.47
a	M0 (Testigo)	25.78

Anexo 17. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de frijol

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	30.41
b	P2 (12 cm)	23.66
b	P1 (7.6 cm)	23.46

Anexo 18. Tabla de comparación entre profundidad-humedad en un cultivo de maíz

Grupos	Tratamientos	Medias (%)
a	P3 (20 cm)	31.12

b	P2 (12 cm)	24.43
b	P1 (7.6 cm)	24.35

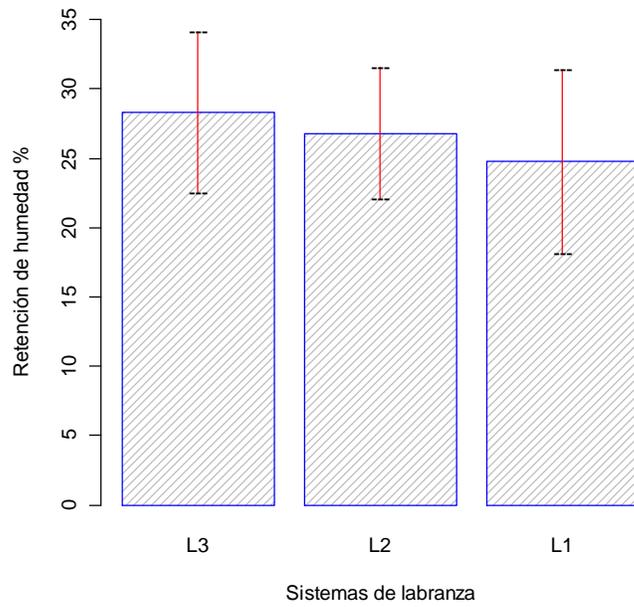


Grafico de labranzas-humedad, cultivo de maíz

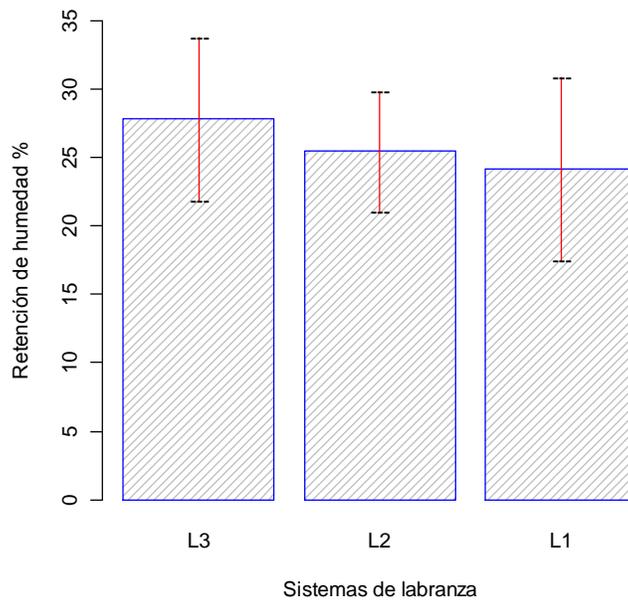
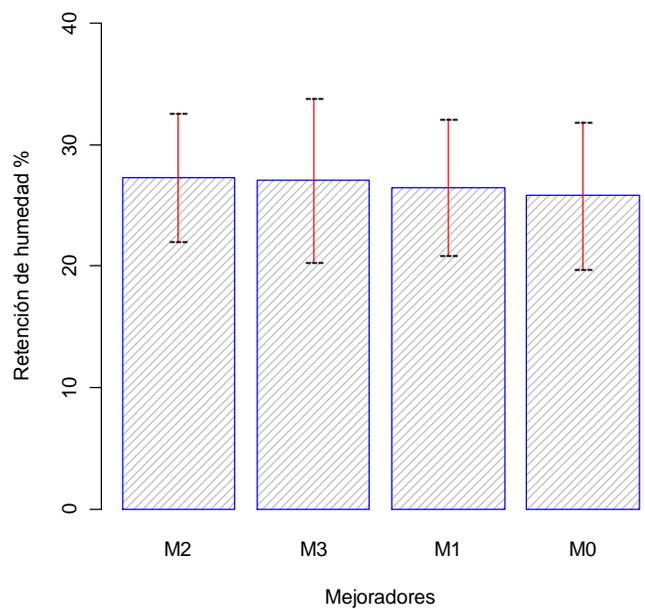
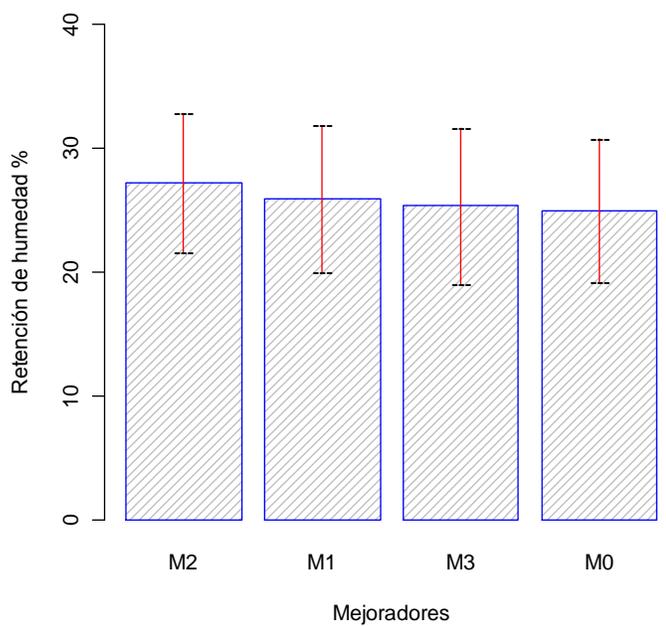


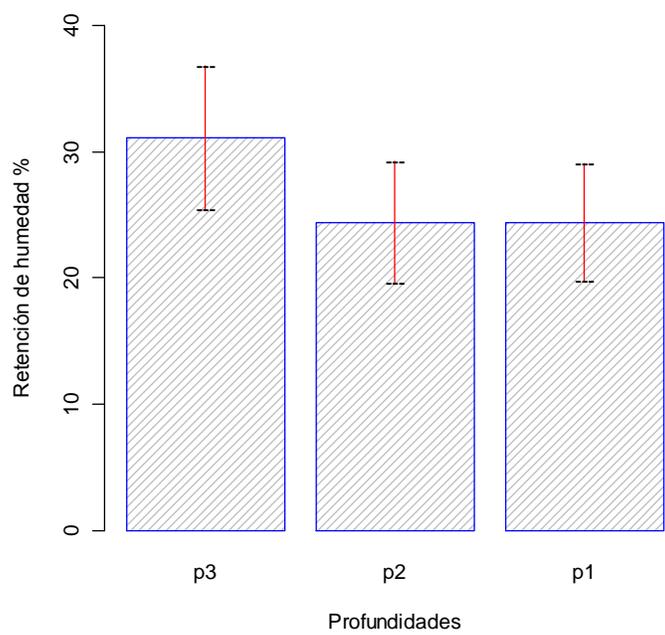
Grafico de labranzas-humedad, cultivo de frijol



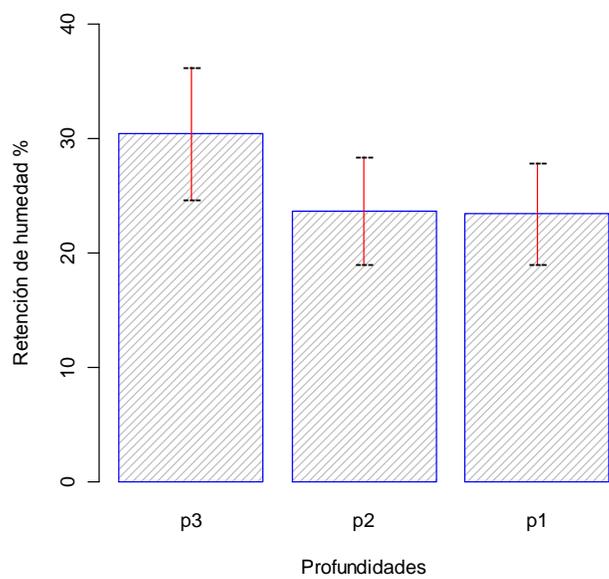
Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo de maíz



Grafica de mejoradores de suelo-humedad, cultivo de frijol



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo de maíz



Grafica de las profundidades-humedad, cultivo de frijol

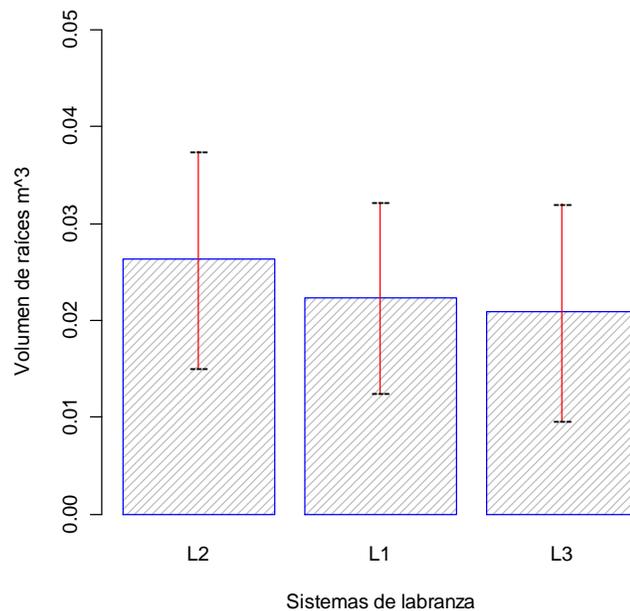
ANVA raíz-labranza y raíz-mejorador.

ANVA para raíz-labranza, cultivo de frijol.

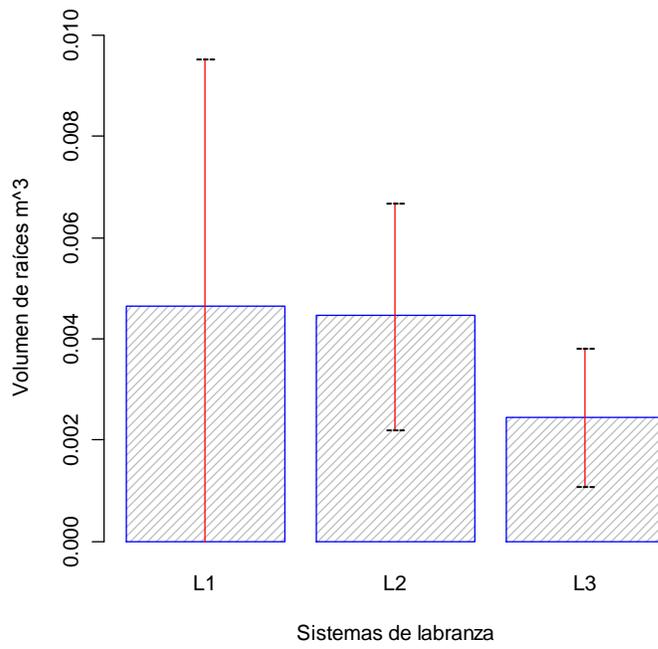
	F	Pr(>F)
Mejorador	4.9441	0.0081925
Labranza	5.4504	0.0111814
Mejorador:Labranza	6.0211	0.0005949
CV	8.442636	

ANVA para raíz- labranza, cultivo de maiz.

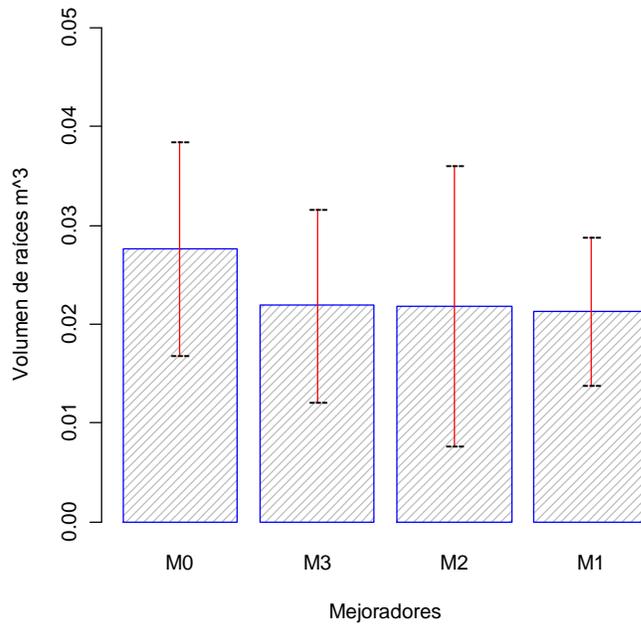
	F	Pr(>F)
Mejorador	2.0169	0.1384
Labranza	2.3002	0.1219
Mejorador:Labranza	9.5343	2.14E-05
CV	17.05445	



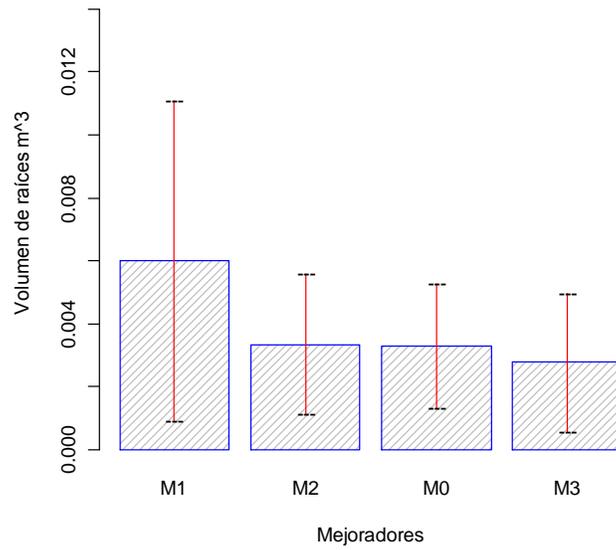
gráfica raíz-labranza en un cultivo de maíz



gráfica raíz-labranza en un cultivo de frijol



gráfica raíz-mejorador en un cultivo de maíz



gráfica raíz-mejorador en un cultivo de frijol

ANVA RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MAÍZ

	F value	Pr(>F)
Labranza	8.2376	0.001253 **
CV	14.81624	