

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO



DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

**EL EFECTO DE LA LABRANZA EN LA HUMEDAD
DEL SUELO**

POR:

BENHUR ULISES GOMEZ YAH

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTNER EL TITULO DE:



INGENIERO MECANICO AGRICOLA

SALTILLO, COAHUILA, MEXICO JUNIO 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO.

DIVISIÓN DE INGENIERIA

El efecto de la labranza en la humedad del suelo

POR:

Benhur Ulises Gómez Yah

TESIS

Que se somete a consideración del Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para Obtener el Titulo de:

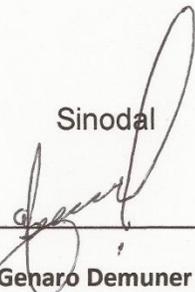
INGENIERO MECANICO AGRÍCOLA

Aprobador por el comité de tesis

Asesor principal



Dr. Martin Cadena Zapata

Sinodal


M.C. Genaro Demuner Molina

Sinodal


M.C. Ariel Méndez Cifuentes
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Coordinación de la división de ingeniería



Dr. Luis Samaniego Moreno

**Coordinación de
Ingeniería**

Buenavista, saltillo, Coahuila, México. Junio, 2015.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que ha guiado mis pasos y que ha sido una luz en mi camino, dándome la oportunidad de vivir y conocer personas de gran corazón, con las que he compartido vivencias de aprendizaje y momentos de mucha felicidad, que me impulsan a seguir dando lo mejor de mí día a día.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme realizar mis estudios de licenciatura, cobijándome y dándome una formación propia, siendo un orgullo y una gran satisfacción para mí, logrando uno de mis sueños más anhelados, agradezco a todos mis maestros, compañeros y trabajadores de la institución por todo su apoyo en este pasaje de mi vida.

Al Dr. Martin cadena zapata, por su valiosa enseñanza y tiempo, por compartir sus conocimientos y por su confianza depositada durante el desarrollo de este proyecto, en el bajío de la UAAAN y Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Por su excelente dirección y asesoría técnica durante este trabajo de tesis.

A los Mc. Genaro Demuner, Jesús Gutiérrez Mariscal y Ariel Méndez Cifuentes, por sus enseñanzas, conocimientos, amistad, por brindarme su apoyo incondicional al inicio de mí proyecto de tesis muchas gracias Y por la confianza de trabajar con ellos.

A todos mis Profesores del departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola y a todos aquellos a profesores que aportaron sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo de mi Formación Académica.

A los trabajadores de campo, Paisanos, Amigos, Compañeros de internado y de cuarto, a todos ustedes gracias, por brindarme su amistad, motivación, compañerismo y apoyo en algún momento de mi carrera.

A todos aquellos que me apoyaron voluntariamente en actividades relacionadas a este trabajo de tesis, a quienes ahora además considero mis amigos, que por supuesto jamás olvidare.

Siendo para mí una valiosa y gran Experiencia, para desarrollarme y desempeñarme de la mejor manera en el campo laboral.

Gracias por brindarme el calor de una familia y su apoyo incondicional durante la trayectoria de este viaje concluyendo con mi formación Académica. Por sus enseñanzas y principalmente su amistad, muchas gracias.

A todos ustedes.

Mi más profundo agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedicada principalmente Al Padre, Hijo y Espíritu Santo, que durante el transcurso de este tiempo me guio y me dio las fuerzas necesarias así como la salud para seguir adelante y no desmayar en el proceso, llevándome por el camino de la sabiduría y el conocimiento.

A mi familia:

A mi madre María Ysabel Yah Euan muchas gracias por el gran apoyo, cuidado y cariño que me das por los buenos consejos sabes que te quiero mucho y muchas gracias por estar siempre a mi lado te quiero mucho.

A mi Hermana Tanya Isabel Gómez Yah por su amor, cariño, educación, motivación, consejos y apoyo incondicional primeramente muchas gracias por todo el apoyo y cariño que me das, por los consejos que me han servido muchísimo, por los ánimos que día con día me das.

A mí cuñado Jorge Alcázar, por su amistad, apoyo y los ánimos que me brinda así como a mis sobrinos Ian y Alan.

A mis tías, María Candelaria Yah Euan, Rosalba Yah Euan que son el ser más maravilloso de todo el mundo gracias por su apoyo incondicional, sus consejos, su cariño y comprensión que desde niño me han blindado. Por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos difíciles, quienes siempre están pendientes de mí y me incluyen en sus oraciones.

A mi tío Felipe quien me ha apoyado en los momentos inesperados, aconsejado y motivado para ser mejor persona.

A mis abuelos Humberto Yah Vargas y María Euan gracias por los consejos que me dieron por compartir sus experiencias con migo, gracias por ser un gran ejemplo para mí, por enseñarme la valentía, por su cariño, cuidado, y los regaños cuando se requería.

Familia ustedes siempre han estado allí y me han ayudado en todo momento de mi vida, en lo bueno, lo malo. Sería interminable escribir cuán agradecido estoy. Sé que no soy perfecto, que no siempre hago lo que se requiere en el momento adecuado.

Les agradezco por amarme en los momentos difíciles. Aunque no lo demuestre con frecuencia ustedes significan todo para mí. Gracias por impulsarme y hacer de mí lo que hoy soy.

Les quiero desde el interior de mi corazón.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE GRAFICAS	XII
RESUMEN	XIII
I. INTRODUCCIÓN.	1
I.I La labranza.....	3
I.II Humedad.....	5
I.III Suelo.....	7
I.IV Descripción del problema.....	9
I.V Antecedentes.....	10
II. OBJETIVO.	12
III. HIPÓTESIS.	12
IV. REVICION DE LITERATURA.	13
IV.I Labranza convencional.	14
IV.I.I Labranza primaria.	15
IV.I.II Labranza secundaria.....	15
IV.II Labranza vertical.	16
IV.III Labranza cero.	17
IV.IV Precipitación pluvial.	19
IV.IV.I Como medir la precipitación.....	19
IV.V Humedad en el suelo y su relación con la labranza.	20
IV.VI La importancia de la labranza en la disponibilidad de humedad en el suelo.	22
IV.VII SONDA TDR 300 FIELDSCOUT.	24
V. MATERIALES Y METODOS.	26
V.I Localización geográfica.	26
V.II Diseño experimental.....	27
V.III Modelo estadístico.....	29
V.IV Establecimiento en campo.....	30

V.V Procedimiento para la medición de humedad.	31
V.VI Medición de la precipitación pluvial.	32
V.VII Procesamiento de datos obtenidos.	33
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	35
VI.I Análisis para la variable humedad en frijol.	37
VI.II Análisis para la variable humedad en maíz.	38
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	40
VIII. LITERATURA CITADA.	41
VIII.I Citas de internet.	48
IX. ANEXOS.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El objetivo de la labranza es modificar la condición física original del suelo para mejorarla.	3
Figura 2. Se entiende que al hablar del agua del suelo, se hace referencia a una solución y no al agua pura, ya que ésta no se presenta en él.	6
Figura 3. El suelo es el principal uso para la agricultura, se encuentra en diferentes condiciones y propiedades.....	7
Figura 4. Laboreó del suelo en labranza convencional.	14
Figura 5. En la labranza vertical el implemento laborea el suelo en línea.....	16
Figura 6. Sólo se prepara el sitio donde va a colocarse la semilla o la plántula a trasplantar, dejando el resto del suelo sin manipular.	18
Figura 7. En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre..	19
Figura 8. Forma en que se encuentra la humedad en el suelo con relación a la labranza empleada.	21
Figura 9. La húmeda se encuentra en forma de agua en los poros del suelo pero cada labranza modifica esta disponibilidad.....	23
Figura 10. El TDR 300 cuenta con dos modos de medición del contenido volumétrico de agua: convencionales y altamente arcillosos.....	25
Figura 11. Mapa geográfico de la ubicación de la UAAAN croquis.	26
Figura 12. Localización del sitio experimental dentro la institución UAAAN...	27
Figura 13. Establecimiento del proyecto en el campo.....	28
Figura 14. Diseño del establecimiento del proyecto en el campo.	28

Figura 15. Equipo utilizado en la medición de humedad en el proyecto.	31
Figura 16. Pluviómetro utilizado para medir la precipitación pluvial en las parcelas experimentales.	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de comparación de humedad-frijol DMS profundidad-labranza.	37
Cuadro 2. Tabla de comparación de humedad-maíz DMS profundidad-labranza.	38

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Análisis de precipitación pluvial en parcelas experimentales.	35
Grafica 2. Análisis de la capacidad de retención de humedad en los sistemas de labranza.	36
Grafica 3. Análisis de humedad-frijol en los tres sistemas de labranza.	49
Grafica 4. Comparación de humedad-frijol DMS labranza-profundidad.	50
Grafica 5. Análisis de humedad-maíz en los tres sistemas de labranza.	50
Grafica 6. Comparación de humedad-maíz DMS labranza-profundidad.	51

Correo Electrónico; Benhur Ulises gomez yah, Benhur.U.G.Y@gmail.com

RESUMEN.

El presente trabajo se llevó a cabo en un mediano plazo para determinar el efecto de la labranza en la humedad del suelo en el ciclo de dos cultivos (maíz y frijol) en tres sistemas de labranza, labranza convencional (LC), labranza vertical (LV) y cero labranza (NL) en un suelo franco arcilloso. Esta investigación es un proyecto a mediano plazo la cual se está llevando a cabo 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 extremas que la delimitan son: 25°23'42" de latitud Norte, 100°59'57" de longitud Oeste y una altitud de 1743 msnm. Este proyecto fue evaluado durante el periodo Otoño-Invierno 2014, la medición de la humedad se realizó a tres profundidades 7.6, 12 y 20 cm, mediante una sonda TDR 300 FIELDSCOUT de la compañía Spectrum Technologies. El experimento se manejó en un diseño de 9 parcelas de 40 m x 12 m; para las evaluaciones y cada una de ellas bajo un arreglo experimental de bloques al azar con un arreglo factorial (A) x (B). Los resultados obtenidos muestran para el cultivo de frijol en NL un valor de 34.24% en comparación LV con 31.23% y LC con 27.71%. En el cultivo de maíz NL muestra valores de 35.46% en comparación a LV con 33.39% y LC con 29.78% de humedad, el cultivo de maíz ha demostrado tener mayor capacidad de retención de humedad en comparación del cultivo de frijol.

Palabras clave: *Humedad en el suelo, sistemas de labranza, sonda TDR.*

I. INTRODUCCIÓN.

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 la compactación del suelo (INIFAP 2009).

Las nuevas tecnologías de labranza de conservación podrían reducir en el futuro significativamente los costos de la preparación del suelo y del control de malezas. La reducción de la tasa de erosión y del riesgo de producción, y un aumento en la fertilidad del suelo han que son beneficios posibles a largo plazo (Bravo, 1992).

El manejo adecuado del suelo según Montes (1991) mediante las prácticas de Labranza de conservación como son la labranza cero, labranza vertical tienen ventajas como:

- ✚ Reducir las pérdidas del suelo y agua en un 20% y 50% respectivamente.
- ✚ Incrementar el contenido del agua en el suelo en climas áridos y semiáridos.
- ✚ Aumentar la resistencia a la erosión eólica e hídrica.
- ✚ El mejoramiento de la estructura, rugosidad del suelo y los residuos sobre el mismo, así como el contenido de materia orgánica.
- ✚ Reduce los tiempos a la siembra y disminuye los costos de producción.

La erosión del suelo en México es una de las principales causas de la degradación química con 34.9 millones de hectáreas que representa el 17.9 % de la superficie nacional (SEMARNAT, 2009).

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.

El manejo eficiente de los rastrojos en (NL) permite reintegrar al suelo aproximadamente un 50 % del peso total de la cenera. Significa que los mismos cultivos restituyen al suelo gran parte de los nutrientes extraídos (provenientes del suelo y los fertilizantes), especialmente P y K, además de proteger al suelo contra la erosión, como también contribuir a la economía de minimizar los costos de agua ya que retienen mayor humedad en el suelo (Crowwetto, 1992).

Siendo el agua fundamental para la vida y desarrollo de las plantas, hoy en día la tecnología se encuentra a la vanguardia para el monitoreo del comportamiento de la humedad del suelo. Existen dos técnicas para determinar la humedad del 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 reflectómetro*) estos instrumentos nos dan lecturas de humedad por medio de ondas electromagnéticas para saber el momento que hace falta agua al cultivo (Edward, 2010).

I.I La labranza.

La labranza del suelo son todas las formas de manejo o explotación del suelo, para el cultivo ver (figura 1), que se practican en diferentes maneras sobre él suelo (Jaramillo, 2002).



Figura 1. El objetivo de la labranza es modificar la condición física original del suelo para mejorarla.

La labranza afecta directamente las propiedades físicas y procesos del suelo, e indirectos en el crecimiento del cultivo. Los principios en los que se sustentan los diferentes Sistemas de Labranza, son los mismos independiente de otros factores biofísicos y/o socioeconómicos (Karwasra, 1991).

Es fundamental conocer los efectos de cada Sistema de Labranza, los cuales dependen de factores climáticos, de los suelos, de los cultivos y un adecuado conocimiento de los suelos, clima y sistemas de cultivo utilizados por el agricultor, es indispensable para el desarrollo y selección de Sistemas de Labranza para cada situación (Boone, 1988).

Dentro de toda la gama de sistemas de labranza existentes, se debe elegir aquel que optimice la producción considerando las condiciones del suelo, clima y economía (Ilica-Bid-Prociandino, 1989).

Las técnicas de Labranza del suelo son utilizadas a fin de proporcionar una buena cementera y desarrollo de raíces, controlar hierbas, manejar residuos de los cultivos, reducir la erosión, nivelación de la superficie, riego, drenaje, trabajos culturales y operaciones de cosecha e incorporar fertilizantes o pesticidas. Según la FAO (2000) la incorrecta Labranza del suelo es causada principalmente por la falta de conocimiento de los objetivos y de las limitaciones de las técnicas de Labranza, la cual puede resultar negativa para el mismo, haciendo que este mal uso cause la erosión y la degradación física del suelo.

La Labranza del suelo inicialmente mejora la infiltración y en algunas veces beneficia el drenaje. Pero, con el tiempo, la labranza favorece la degradación de la estructura y la reducción de la tasa de infiltración (FAO, 2000).

La Labranza vertical y Cero labranza, han resultado ser las técnicas conservacionistas más utilizadas y difundidas, es necesario probar sus ventajas en la retención de humedad, el rendimiento y agua aplicada al cultivo (Hook y Gascho, 1988).

Una explotación eficiente del suelo en la producción de agrícola debe considerar el principio básico de sustentabilidad, en el proceso es ecológico, económicamente viable y adaptable, con la aplicación adecuada de las innovaciones de la ciencia y la tecnología (Navarro, 2000).

La redistribución del suelo por arrastre mecánico durante las operaciones agrícolas de laboreo ha sido reconocido como un proceso de intensa degradación del suelo (erosión mecánica o erosión por laboreo), que en último término da lugar a una profunda transformación de los paisajes edáficos, así como de la geomorfología e hidrología superficial de los paisajes agrícolas (Govers, 1999).

Uno de los principales objetivos de la labranza es proporcionar un óptimo entorno en el crecimiento de las plantas, no está en consideraciones de especificar e identificar cuantitativamente las condiciones deseadas en el suelo (Soane y Pidgeon, 1975).

I.II Humedad.

Según JARAMILLO (2002) la cantidad de agua que posea el suelo es una de sus características más específicas y está determinada fundamentalmente por:

- ✚ Su textura
- ✚ Contenido de materia orgánica.
- ✚ La composición mineral y orgánica.
- ✚ El arreglo que presente el medio físico edáfico.
- ✚ Por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego).
- ✚ Por el consumo causado por la evapotranspiración.

La humedad del suelo es una condición importante ya que mide el contenido de agua en el suelo o capacidad de campo y tiene como efecto principal la

disponibilidad de agua para el crecimiento vegetal, ver (figura 2). En tanto más seco se encuentre el suelo, mayor será el trabajo que tendrá que ejercer la planta para extraer el agua desde el suelo, esta varía según el contenido de humedad en el suelo (Chillán, 1998).



Figura 2. Se entiende que al hablar del agua del suelo, se hace referencia a una solución y no al agua pura, ya que ésta no se presenta en él.

Cisneros (2003) menciona que el agua cumple con cuatro funciones fundamentales:

- 1) Es el mayor constituyente del protoplasma (85 a 95%).
- 2) Es esencial para la fotosíntesis y la conversión de almidones en azúcar.
- 3) Es el solvente en el cual los nutrientes se mueven en y a través de las partes de la planta.
- 4) Provee de turbidez a la planta para mantenerla en la forma y posición apropiada.

La humedad regula la evaporación, por lo que desempeña un importante papel en las altas temperaturas, en las que la sudoración es uno de los mecanismos más importantes de enfriamiento, (Felipe, 1994)

Para un uso óptimo del agua es necesario cuestionarse lo siguiente ¿Cómo se encuentra en el suelo y a través de él?, ¿Cómo el suelo almacena agua y cómo la planta lo absorbe?, ¿Cómo se pierden los nutrientes del suelo por percolación? y ¿cómo medir el contenido de humedad y pérdidas de agua? (Cisneros A. R. 2003).

I.III Suelo.

La textura es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm es decir, la tierra fina en el suelo; estas partículas, se agrupan en tres clases: Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar). (Jaramillo 2002) ver (figura 3).

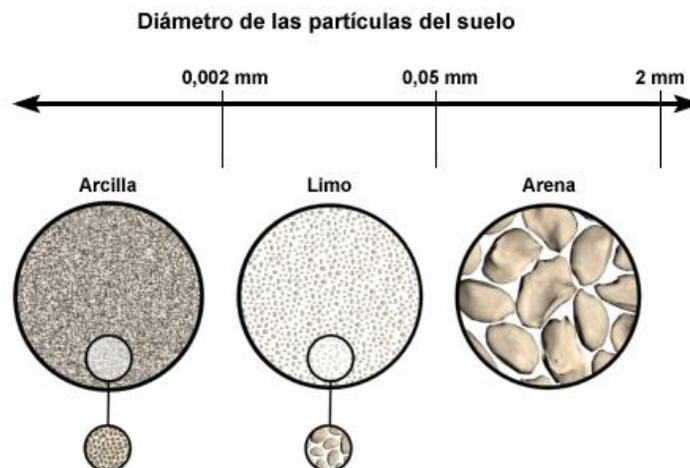


Figura 3. El suelo es el principal uso para la agricultura, se encuentra en diferentes condiciones y propiedades.

La densidad aparente del suelo es un indicador de propiedades importantes del suelo; la compactación, porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración, lo que condiciona la circulación de agua y aire en el suelo (Pinot, 2000).

El suelo es un sistema heterogéneo, polifásico, particularizado, disperso y poroso en el cual el área inter-facial por unidad de volumen puede ser muy grande. Hill (1998) dice que el suelo se compone en tres fases:

- 1) La fase sólida: compuesta por el conjunto de las partículas inorgánicas (cristalinas y no cristalinas) y las orgánicas.
- 2) La fase líquida: la compone el agua y los solutos que están disueltos en ella.
- 3) La fase gaseosa: formada por todos aquellos compuestos que se presentan en forma gaseosa y cuyos representantes más abundantes, en condiciones de aireación adecuada del suelo son el CO₂, O₂ y vapor de agua.

Bajo laboreo de conservación la biomasa microbiana y la actividad de numerosas enzimas del suelo aumentan a comparación bajo laboreo tradicional en la capa más superficial del suelo, han que este hecho no es tan evidente en capas más sub-superficiales. El manejo del suelo afecta a los microorganismos y a los procesos que éstos llevan a cabo. Los parámetros biológicos y bioquímicos se han mostrados como excelentes y rápidos indicadores de la calidad del suelo (Dick, 1994).

I.IV Descripción del problema.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación determinó que las causas principales de que el suelo se está deteriorando, es debido al uso incorrecto o mal manejo de los diferentes sistemas de labranza, por lo que crea un cambio negativo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que se refleja en una baja productividad agrícola. (FAO, 2008).

En la actualidad la población mundial está creciendo por lo que demanda cada día más la explotación de las tierras y debido al exceso del uso 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).

La demanda de alimento para satisfacer las necesidades crecientes de la población humana a inducido a un permanente laboreo de los suelos cada vez más intensos por lo cual vamos provocando daños más severos en la parte biológica del suelo.(Sierra y Rojas, 2002).

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 agrícola puede afectar positiva o negativamente la relación que hay entre planta y suelo. (Amésquita, 1998).

La República Mexicana tiene aproximadamente 22, 136,742 Hectáreas destinadas para la producción agrícola por lo que 15, 591,466 Hectáreas son preparadas para el cultivo por el laboreo mecanizado. (SIAP, 2011).

Debido al excesivo paso de maquinaria agrícola 10.84 millones de Hectáreas presentan problemas de compactación representando el 68.2% de su totalidad. (SEMARNAT, 2008).

I.V Antecedentes.

Hoy en día el mal uso de las labranzas y el exceso de paso de maquinaria afecta y degradan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo teniendo deficiencias en el desarrollo radicular, absorción de nutrientes y perdidas de microorganismos, en el desarrollo del cultivo. (Giasson, 2000).

El excesivo laboreo de los suelos en México daña físicamente millones de hectáreas, debido a la compactación por el excesivo laboreo con maquinaria agrícola, la degradación física del suelo conllevan a pérdida de materia orgánica y micro organismos. (SEMARNAT, 2008).

Por otro lado demasiada humedad afecta el desempeño en los arados y de los cinceles vibratorios. El arado de cincel rígido presenta la más baja resistencia específica para la fragmentación del suelo cuando la humedad contenida es de 0.12 g . (Camacho y Rodríguez 2007).

La macro-fauna del suelo está compuesta por una gran diversidad de organismos que habitan en la superficie del suelo, en los espacios porosos y

alrededor del sistema radicular. Todas las actividades fisiológicas de la macrofauna influyen directamente y regulan significativamente los procesos químicos y biológicos del suelo. (FAO, 2008).

II. OBJETIVO.

Medir el efecto de la retención de humedad del suelo, en tres Sistemas de Labranza (convencional, vertical y cero) utilizando dos cultivos (maíz y frijol), en un suelo franco-arcilloso.

III. HIPÓTESIS.

Si cada Sistema de Labranza retiene cantidades de humedad diferente para los cultivos a utilizar, la implementación de una labranza adecuada permitirá ofrecer mayor captación de humedad.

IV. REVICION DE LITERATURA.

Establecer cultivos por sistema de riego no es factible para todo productor, la mayoría de ellos no tiene los recursos suficientes para excavar un poso por lo que optan por las lluvias, realizando siempre las labores de preparación tradicionalmente, Demuner (2012).

El laboreo del suelo, labranza o mecanización, son todas aquellas prácticas de manejo del suelo o del cultivo o explotación que tenga el mismo, que se realizan con máquinas que son los tractores o ya sea por tracción animal desplazándose sobre él suelo. (Jaramillo, 2002).

La utilización de los sistemas de labranza de conservación puede ayudar positivamente a la conservación de agua-suelo propiciando un mejor desarrollo de cultivos. (INIFAP, 2009).

El requerimiento intenso de sistemas de labranzas y el abuso excesivo del uso de maquinaria agrícola, con la creencia de que entre más se disgrega el suelo mejor es su preparación para la producción de cultivos tienen como consecuencia un efecto irreversible. (Navarro, 2000).

EL exceso de labranza con humedad inadecuada y superficial, lleva a la rotura de los agregados, favoreciendo la formación de costras, escurrimiento y a la erosión. Por otro lado la cobertura inadecuada, expone los agregados de la superficie del suelo a la acción de lluvias; como consecuencia se forman costras con espesor de 5 micras que reducen drásticamente la infiltración de agua y ocurre el colapso estructural de estos agregados. (Cabeda, 1984).

IV.I Labranza convencional.

Con este tipo de preparación se causa el mayor grado de deterioro al suelo, por el tipo de implementos utilizados, porque se voltea el horizonte superficial del suelo y se pulveriza el mismo y por el exceso de labor que generalmente se hace, según observa Fenalce (1987).

Los implementos que más se han utilizado en este sistema son los arados y rastrillos de discos, tal como se muestra en la (figura 4).



Figura 4. Laboreó del suelo en labranza convencional.

La labranza convencional favorece el desarrollo de maleza, forma piso de arado, rompe la estabilidad de los agregados del suelo, dando lugar a encostramiento, compactación y pérdida de materia orgánica, por la quema de los residuos o por destinación de residuos de cosecha como alimento animal (Jiménez, 2004).

Para entenderla mejor se dividirá en dos partes:

- Labranza primaria
- Labranza secundaria

IV.I.I Labranza primaria.

La labranza primaria conocida también como labranza tradicional esta se extiende a toda la capa arable del suelo. Con esto se busca eliminar compactaciones superficiales, abrir el suelo y crear una estructura grumosa para acumular agua. (Acevedo y Martínez, 2003).

La profundidad de la labranza primaria es de 10cm a 40cm de profundidad (Friedrich, 1997).

IV.I.II Labranza secundaria.

La labranza secundaria sirve para preparar el suelo para la siembra. Esto incluye la formación de la superficie, la nivelación, la formación de camellones o surcos para irrigación y para establecer la cama de siembra. La cama de semilla debería extenderse solamente sobre un horizonte muy delgado hasta la profundidad prevista de la siembra. (Barber, 1997).

El principio de la labranza convencional se basa en voltear el suelo y se obtiene una cama de siembra suelta y desmenuzada en los primeros centímetros de profundidad. Si bien es cierto que preparar una cama mullida para la siembra es su principal virtud, su desventaja es que provoca compactación y erosión al suelo, pérdida de agua y tiene un alto costo de energía y maquinaria. (Barber, 1997).

IV.II Labranza vertical.

El suelo se rotura a profundidades entre 30 y 40 cm, generalmente con subsolador o con arado de cinceles, siguiendo una línea en el terreno, por lo cual se afecta un volumen de suelo adyacente a la línea por donde corre el implemento,(Jaramillo, 2002).observar la (figura 5) donde se laboreo en labranza vertical .



Figura 5. En la labranza vertical el implemento solo laborea el suelo en línea.

La principal característica de la labranza vertical es que utiliza implementos flexibles de alta resistencia, que utiliza brazos o flejes equipados con puntas en lugar de discos para aflojar el suelo. (Herrera A. y Aguilar Z. 2002)

Labranza vertical es aquella que se hace con cinceles y subsolador para aflojar las capas compactadas o endurecidas del suelo, con el fin de proporcionar mayor infiltración y crecimiento de raíces. El suelo entra en contacto con el implemento sólo en las líneas donde van acopladas las estructuras verticales, las cuales producen la ruptura angular (45°) del suelo hacia la superficie.(Amésquita, 1998).

Este último, es un tipo de la labranza vertical que se encuentra en la labranza de conservación, la cual se refiere a un sistema donde toda la tierra está preparada con implementos que no invierten el suelo y causan poca compactación. FAO (2000).

La labranza vertical tiene la particularidad de no invertir totalmente el perfil de suelo hasta su profundidad de trabajo, manteniendo residuo en superficie y produciendo condiciones de rugosidad superficial al mismo tiempo que penetra en la zona compactada determinada por herramientas de labranza convencional (Agamennoni, 1996).

IV.III Labranza cero.

En el sistema de Labranza cero el suelo no se invierte, la aplicación de los equipos de siembra es directa, seguida de la aplicación de fertilización química en un manejo que puede ser pre-emergente o post-emergente de la siembra. (Barber, 1997).

Para que este sistema funcione adecuadamente, se requiere que el suelo tenga unas excelentes condiciones físicas y que se haga un estricto control de malezas que generalmente se lleva a cabo con herbicidas. (Jaramillo, 2002). Observar la (figura 6) donde el predio se trabajó en Cero Labranza.



Figura 6. Sólo se prepara el sitio donde va a colocarse la semilla o la plántula a trasplantar, dejando el resto del suelo sin manipular.

La labranza cero se conoce como siembra directa o no labranza. El uso de la labranza cero tiene efectos benéficos como:

- ✚ Reducción de la erosión, de malezas y de fertilizantes químicos
- ✚ Restauración de la fertilidad del suelo

Debido fundamentalmente a los residuos de cosecha que no son removidos por la labranza cero (Salinas, 2002).

El sistema de labranza cero requiere unas condiciones excelentes de drenaje y no es recomendable para suelos arcillosos; además, es un sistema adecuado para zonas de ladera. (Fenalce, 1987).

En el sistema descrito puede producirse una alta acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo por la falta de manipulación de dicho material que favorezca su oxidación; ésta condición puede causar superficies en el suelo. (Chan, 1992).

IV.IV Precipitación pluvial.

Los factores determinantes de la precipitación pluvial en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo escarcha o rocío) son la humedad atmosférica y la temperatura de condensación. (Breña, 2004). Observar (figura 7) en la forma que interactúa la precipitación.

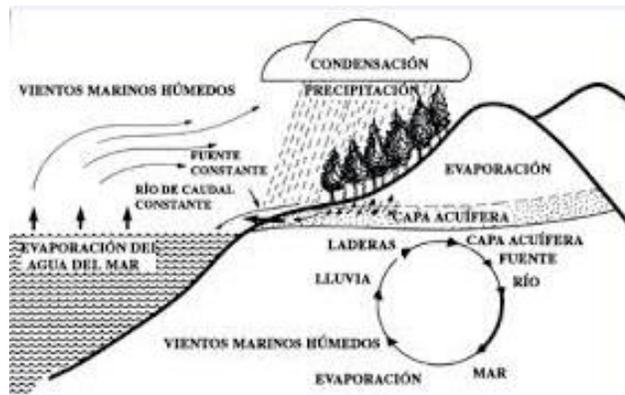


Figura 7. En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo.

La agricultura presenta una alta dependencia de las condiciones climáticas, dentro de los elementos del clima, la precipitación es la responsable por la alternancia en los rendimientos, debida a su variabilidad interanual. (Lozada y Barboza, 2007).

IV.IV.I Como medir la precipitación.

La determinación de los valores precipitados sea científicamente comparable. Los instrumentos más frecuentemente utilizados para la medición de la lluvia y el granizo son los pluviómetros y pluviógrafos, estos últimos se utilizan para determinar las precipitaciones pluviales de corta duración y alta intensidad.

Estos instrumentos deben ser instalados en locales apropiados donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas.

La precipitación pluvial se mide en mm, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie de 1mm plana e impermeable.

La información de cómo medir la precipitación se obtuvo en la publicación de WMO OMM que puede encontrarse en el siguiente enlace.
http://www.whycos.org/hwrp/guide/chapters/spanish/original/WMO168_Ed2008_Vol_I_Ch3_Up2008_es.pdf

IV.V Humedad en el suelo y su relación con la labranza.

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 (Barber, 2000).

La raíz es un órgano vital para la planta en lo cual solo se encuentra en el subsuelo, es la encargada de absorber todos los nutrientes y el agua que necesita para que la planta se desarrolle, 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. (Uribe y

Rouanet 2001). Ver (figura 8) muestra como se encuentra la humedad en el suelo.

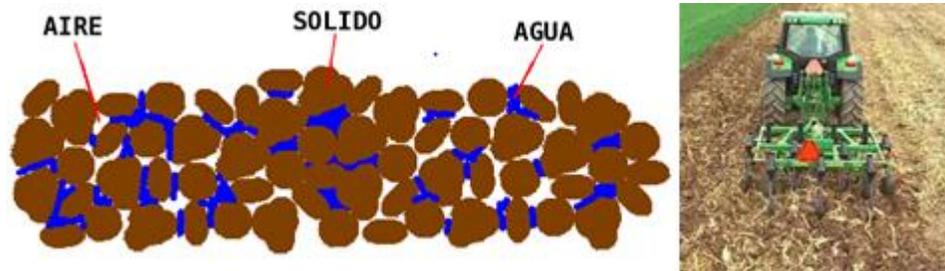


Figura 8. Forma en que se encuentra la humedad en el suelo con relación a la labranza empleada.

Los sistemas de labranza tanto de conservación y tradicional en un cultivo de maíz, se encontrando que el rendimiento en la labranza convencional fue mayor seguido por la cero labranza y la labranza mínima. (Valverde, 2002).

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

Al no laborar el suelo más un sub-soleo 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. (Martínez, 2011).

Las raíces son menos estudiadas debido a que es difícil 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. (Whitmore y Whalley 2009).

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, se encuentra que un exceso de agua afecta negativamente a la producción reduciendo el rendimiento del cultivo. (Ferreya, 1985).

IV.VI La importancia de la labranza en la disponibilidad de humedad en el suelo.

La semilla al germinar depende de los nutrientes y humedad que la rodean los cuales son absorbidos por la raíz, misma que proporciona anclaje de la planta en el suelo. (Bravo y Florentino 1997).

Al realizar la preparación del suelo con el sistema de cero labranza se recomienda no quemar los residuos, porque los residuos incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo, comparado con el sistema de labranza tradicional y labranza cero con quema. (Uribe y Rouanet 2002).

En los campos agrícolas que existen en el mundo el 100% de los suelos 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, 2005). en la

(figura 9) muestra la forma en que se encuentra la humedad en los poros del suelo.

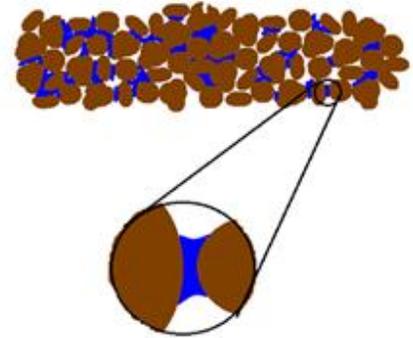


Figura 9. La húmeda se encuentra en forma de agua en los poros del suelo pero cada labranza modifica esta disponibilidad.

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).

El sistema de labranza profunda con la utilización del arado de vertedera y rastra disminuyen la densidad aparente e incrementa la porosidad de aeración mejorando la capacidad de retención de humedad y el desarrollo radicular. (Marcano, 1987).

Estudios realizados sobre la capacidad de los suelos en la retención de humedad, 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. (Mora, 2001).

La capacidad de retención de agua de un suelo va en función de la textura y estructura que posee, pero también está relacionada la densidad aparente. (García 2005).

En los suelos agrícolas el contenido de humedad es muy importante para el desarrollo de la planta, 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. (Uribe y Rouanet 2001) y (Valverde, 2002).

En la actualidad la capacidad de retención de humedad del suelo está dada en función de la estructura y textura del mismo junto con la materia orgánica que posee, concluyen que utilizando una labranza convencional con 60 toneladas de estiércol se puede incrementar la retención de humedad del suelo. (López, 2006).

IV.VII SONDA TDR 300 FIELDSCOUT.

Basada en la probada tecnología TDR (time domain ref), esta unidad portátil mide con precisión la humedad del suelo en una amplia gama de condiciones. Con sus barras de reflectancia que trabaja a tres profundidades de 7.5, 12 y 20 cm según sea la profundidad de las raíces del cultivo.

En el modo de contenido volumétrico de agua (VWC), el medidor convierte una señal eléctrica en un porcentaje de contenido de humedad utilizando una

ecuación válida para un amplio rango de suelos minerales. En la figura (figura 10) se muestra el TDR 300.



Figura 10. El TDR 300 cuenta con dos modos de medición del contenido volumétrico de agua: uno para suelos convencionales y otro para suelos altamente arcillosos.

En el modo de irrigación, el medidor muestra en la pantalla el contenido relativo de agua (RWC) en una escala de 0 a 100 correspondiendo a un nivel referenciado de humedad (como alto=100 y bajo=0).

El déficit de agua - la cantidad de agua que se necesita para llevar la humedad del suelo al nivel superior de referencia, también se calcula y presenta en la pantalla.

El nivel de referencia se programa fácilmente con el software del equipo, la sonda TDR 300 genera 2 sitios de administración basado en sus tipos de suelo y necesidades de cultivo.

Esta información que se obtuvo de la página del proveedor que puede verse en el siguiente enlace.

http://www.sbk-mexico.com/catalogo/product_info.php?products_id=732

V. MATERIALES Y METODOS.

V.I Localización geográfica.

Esta investigación es un proyecto a mediano plazo la cual se está llevando a cabo 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. Ver la (figura 11) de la ubicación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



Figura 11. Mapa geográfico de la ubicación de la UAAAN croquis.

Las coordenadas geográficas extremas que la delimitan son: $100^{\circ}59'57''$ de longitud Oeste, $25^{\circ}23'42''$ de latitud Norte y una altitud de 1743 metros sobre el nivel del mar msnm. De acuerdo a la clasificación climática de Koppen, modificada por García (1973), el clima de Buenavista se expresa bajo la fórmula: BS0kx' (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 extremoso.

La temperatura media anual durante 2014 es de 19.4 °C, con una precipitación media anual de 646.91 milímetros. Los vientos predominantes tienen una dirección noreste, con velocidades de 11.8 km h⁻¹ (Servicio Meteorológico Nacional 2014).

Las pruebas se realizaron en el campo experimental ubicado en la parte baja de las laderas de la sierra madre oriental mejor conocido como Bajío en la parcela llamada (El Pedregal) ver la (figura 12), con un tipo de suelo franco arcilloso.



Figura 12. Localización del sitio experimental dentro la institución UAAAN.

El área experimental cuenta con una superficie de 7500 m² las dimensiones del terreno es de 30 metros de ancho por 250 metros de largo.

V.II Diseño experimental.

En el área experimental se estableció un monocultivo de (maíz) y una rotación de cultivo de (frijol), para establecerlas en 9 parcelas para su evaluación

correspondiente y dejando una parcela para la calibración de los equipo agrícolas.



Figura 13. Establecimiento del proyecto en el campo.

Para el estudio del efecto de la humedad se consideró un arreglo experimental de las 9 parcelas y dividir las en dos dimensiones esto quiere decir 18 (sub-parcelas) cada sección tendría el mismo área, la primera sub-parcela frijol nombrada variable (A) y la segunda sub-parcela maíz nombrada variable (B). ver (figura 14) del diseño experimental.

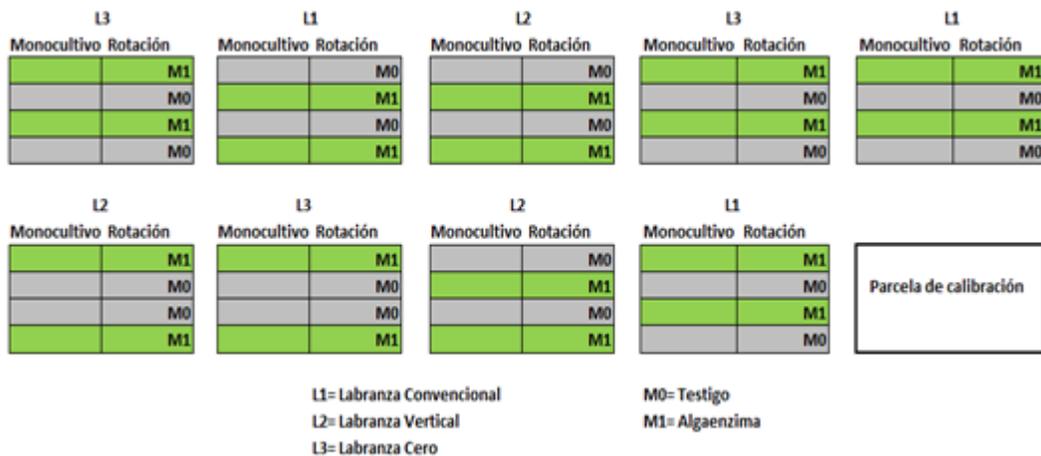


Figura 14. Diseño del establecimiento del proyecto en el campo.

Las dimensiones de cada parcela son de 40 metros de largo por 12 metros de ancho esto es un área de 480m², las sub-parcelas tendrían las siguientes dimensiones 20 metros de largo por 12 metros de ancho igual a 240m² en cada una de las parcelas se fue dividida en sub parcelas.

V.III Modelo estadístico.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un modelo de parcelas de bloques al azar con un arreglo factorial (A) x (B) de Montgomery (2001).

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

Dónde:

- $\tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij}$: 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) x A).
- $\gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk}$: representan la sub-parcela y corresponden respectivamente, para el tratamiento sub-parcela (factor B), las repeticiones (o bloques) x B y AB interacciones, y el error de la sub-parcela (bloques x AB).

V.IV Establecimiento en campo.

Para la preparación del suelo de cada parcela se estableció como en la figura anterior. Con las medidas mencionadas, separadas a 3 metros y por en medio a 4 metros.

- En el sistema de labranza convencional se utilizaron dos implementos;
 - El arado para voltear el suelo, malezas y formar los surcos.
 - Rastra de discos para romper los terrones
- En la labranza cero no se aplicaron ningún implemento, es tal como su nombre lo dice sin labrar, solo un control de malezas por;
 - chapoleo.
- En el sistema de labranza vertical solo se realizó limpieza por chapoleo y utilizó un implemento;
 - El arado de cinceles.

En los tres sistemas de labranzas mencionadas (LC), (LV) y (LN) las semillas se dividieron para un monocultivo maíz y un roto-cultivo frijol. Las semillas fueron sembradas a mano, tomando en cuenta distancia entre surcos, semillas y sub-parcelas.

Esta forma de sembrar las semillas se aplicó en las 9 parcelas divididas con sus respectivas sub-divisiones (A) y (B), pero antes de iniciar la siembra se tomaron primero las calibraciones en la parcela 10 para después realizar la siembra en las parcelas de evaluación.

V.V Procedimiento para la medición de humedad.

Ya habiendo establecido el cultivo se procedió con aplicar el primer riego para la germinación de las semillas y dejando reposar el agua dos días para que el suelo llegue a capacidad de campo (humedad), mientras se espera la temporada de lluvias para las posteriores evaluaciones.

Para la medición de humedad se utilizó el TDR 300 FIELDSCOUT (sonda de reflectancia) se manejaron varillas de a tres profundidades 7.6, 12 y 20 centímetros, la medición del contenido de humedad se realizó en el perfil del suelo. Ver (figura 15) del TDR y las puntas utilizadas.



Figura 15. Equipo utilizado en la medición de humedad en el proyecto.

Estando el campo se toma la punta a utilizar (se recomienda iniciar con la más pequeña) luego se enciende el equipo y en la pantalla verificamos la calibración que corresponda a la punta ensamblada al TDR.

Cada medición se toma al azar en cada cuatro surcos y posteriormente se introduce al suelo verticalmente, después presionamos el botón de lectura y

automáticamente se guarda en la memoria del equipo. Por cada cambio de punta se vuelve a calibrar el equipo.

Los datos se tomaron cada tercer día, a excepción de los días que se encontraba lloviendo, con demasiada neblina o llovizna. Ya que si se toma en esas condiciones los datos saldrían inestables esto quiere decir que la humedad aumenta mientras va pasando el día y no sería una humedad reposada.

Por cada varilla de 7.6, 12 y 20 centímetros se tomaron 16 por cada parcela, 144 lecturas entre las 9 parcelas, llegando a un total de 432 lecturas entre las tres profundidades.

Los datos obtenidos se descargan a la computadora a través del software proporcionado por el fabricante del equipo para su procesamiento posterior. Después de pasar las lecturas de humedad se borraba la memoria del equipo para la siguiente toma de datos.

V.VI Medición de la precipitación pluvial.

El vaso milimétrico (pluviómetro, ver figura 16) después de haber sido colocado en una de las parcelas predestinadas para la captura de precipitación pluvial, La medición de la precipitación pluvial se levantaba el mismo día en que se tomaba las lecturas de humedad, cada tercer día.



Figura 16. Pluviómetro utilizado para medir la precipitación pluvial en las parcelas experimentales.

Las lecturas se levantaron en base a los días que existía precipitación, por ejemplo si hoy llueve no se levanta hasta el día siguiente, si llovía a diario se levanta las lecturas.

Para determinar cuánto avía llovido el vaso se ponía firme a nivel de la vista y se anotaba, en la libreta de apuntes. Después el agua era retirada, vaciándola en el suelo y el vaso se volvía a colocar en su lugar para la siguiente captura de precipitación.

V.VII Procesamiento de datos obtenidos.

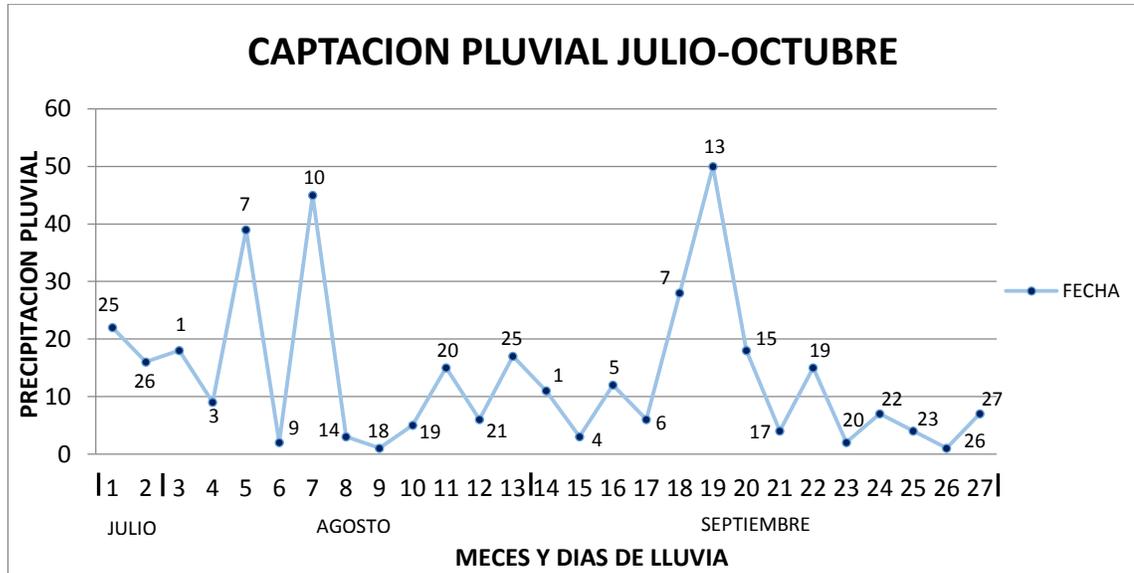
El monitoreo de la humedad de julio-octubre sumo un total de 44 días muestreados. Los datos fueron trasladados a Excel, por tipo de cultivo, por parcela y sub-parcela, el tipo de labranza y repetición, por profundidad y se determinó un promedio por cada tratamiento.

Los datos se ordenaron por cantidad de humedad (máxima y mínima) respecto a los días que llovió. Con respecto a los datos de precipitación pluvial se

contaron los días de lluvia durante los muestreos dando un total de 27 días de lluvia durante el ciclo del cultivo. Los datos finalmente fueron introducidos en el software R estudio 3.1.2 para su análisis final.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

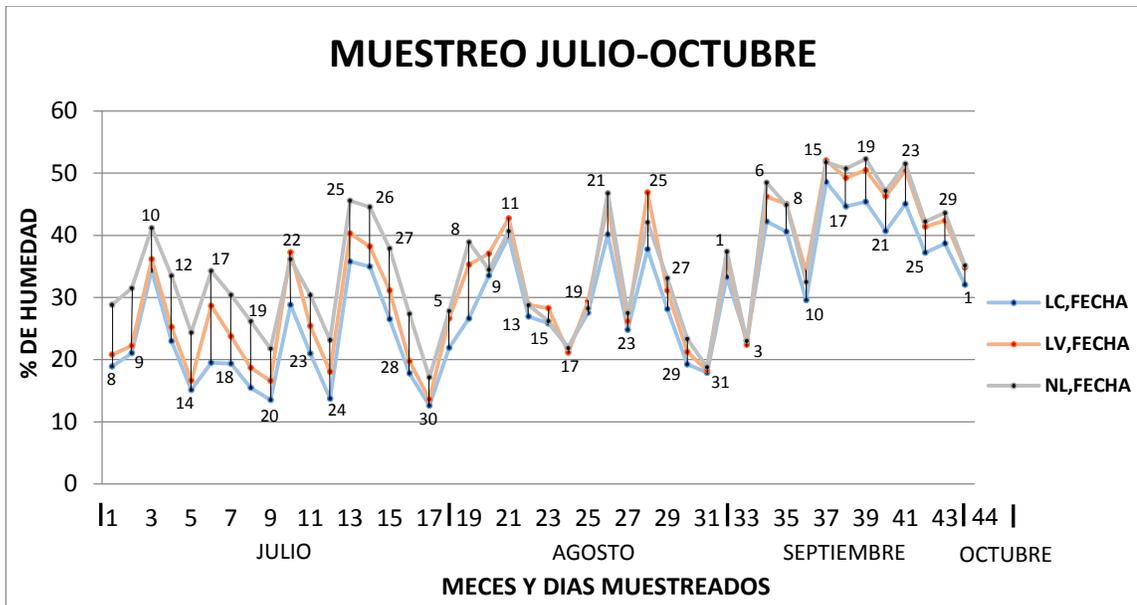
VI.I Análisis de la precipitación pluvial con los sistemas de labranza.



Grafica 1. Análisis de precipitación pluvial en parcelas experimentales.

La precipitación pluvial total de julio-octubre en las parcelas experimentales es del 366 mm con 27 días de lluvia durante el 2014. El comportamiento de la precipitación pluvial se muestra en la (grafica 1) con tres días de precipitación intensa, el porcentaje de precipitación durante los 27 días de recolecta es del %13.56.

El análisis del comportamiento de humedad en los tres sistemas de labranza (LC, LV y NL) de acuerdo a la (grafica 2) se observa que después de los días de riego de 60 mm cada 7 días y con la precipitación pluvial los sistemas de labranza alcanzaron mayor humedad, también se puede observar más picos desiguales los cuales corresponden a la precipitación pluvial.



Grafica 2. Análisis de la capacidad de retención de humedad en los sistemas de labranza.

En el sistema de Labranza Conservación alcanzó el %34.85 de retención de humedad, a comparación de Labranza Vertical que obtuvo el %32.31 y de labranza convencional que retuvo él %28.74 de humedad. El sistema de labranza de conservación ha demostrado tener mayor capacidad de retención de humedad en comparación de los otros dos sistemas.

El manejo adecuado del suelo según Montes (1991) mediante las prácticas de Labranza de conservación como son la labranza cero, labranza vertical tienen ventajas como; reducir las pérdidas del suelo y agua en un 20% y 50% respectivamente, incrementar el contenido del agua en el suelo en climas áridos y semiáridos.

VI.II Análisis para la variable humedad en frijol.

Cuadro 1. Tabla de comparación de humedad-frijol DMS profundidad-labranza.

Labranzas	P1 0-7.6 cm	P2 0-12 cm	P3 0-20 cm
NL	24.57 a	31.17 a	42.19 a
LV	22.38 b	27.84 b	41.04 a
LC	21.58 b	23.39 c	33.81 b

Los análisis de diferencias de humedad para el roto-cultivo frijol de acuerdo a la DMS (cuadro 1) en los tres Sistemas de Labranza (NL, LV y LC), refleja que en la profundidad uno para los dos Sistemas de Conservación (NL y LV) tienen diferencias estadísticas de retención de humedad siendo Labranza Cero la que tiene mayor capacidad de retención y Labranza convencional tubo menos capacidad de retención de humedad, pero (LC) con respecto a (LV) no hay diferencias estadísticas.

En la profundidad dos los tres Sistemas de Labranza (NL, LV y LC) son diferentes estadísticamente, las diferencias estadísticas indican que (NL) obtuvo mayor capacidad de retención de humedad, seguido por (LV) y (LC) con menos capacidad.

Para la profundidad tres los dos Sistemas de Conservación (NL y LV) no tienen diferencias estadísticas pero si para (LC), las retenciones de humedad en (NL, LV y LC) Labranza cero tiene mayor capacidad de retención de humedad, seguido por Labranza Vertical y Labranza convencional menos retención de humedad. Ver (grafica 4) de la DMS en los anexos (pag.47).

Fernández (2009) que en un suelo de zona semiárida se obtuvo una mayor retención de agua en el perfil del suelo con cero labranza comparado con labranza convencional. Los sistema de labranza de conservación favorecen positivamente en la retención de humedad evitando perdidas por percolación o evaporación (Faustino, 2012).

VI.III Análisis para la variable humedad en maíz.

Cuadro 2. Tabla de comparación de humedad-maíz DMS profundidad-labranza.

Labranzas	P1 0-7.6 cm	P2 0-12 cm	P3 0-20 cm
NL	28.96 a	30.48 a	40.81 a
LV	27.4 a	27.85 b	40.37 a
LC	26.31 a	25.19 c	35.08 b

El análisis de diferencias de humedad para el monocultivo maíz de acuerdo a la DMS en los tres Sistemas de Labranza (NL, LV y LC), indica que en la profundidad uno para los tres Sistemas de Labranza no tienen diferencias estadísticas, en los datos del (cuadro 2) se observa que las diferencias de humedad son mínimas, siendo Labranza Cero es relevante a Labranza Vertical y Labranza Vertical es relevante a Labranza convencional.

En la profundidad dos los tres Sistemas de Labranza (NL, LV y LC) son diferentes estadísticamente, similar como en el roto-cultivo frijol observar la DMS (cuadro 1, pag.36 y cuadro 2) en la profundidad dos. Las diferencias

estadísticas indican que (NL) obtuvo mayor capacidad de retención de humedad, seguido por (LV) y (LC) con menos capacidad.

Para la profundidad tres los dos Sistemas de Conservación (NL y LV) no tienen diferencias estadísticas pero si para (LC), el comportamiento es similar como en el roto-cultivo frijol observar la DMS (cuadro 1, pág. 36) y (cuadro 2) del maíz en la profundidad tres, las retenciones de humedad en (NL, LV y LC) Labranza cero tiene mayor capacidad de retención de humedad, seguido por Labranza Vertical y Labranza convencional menos retención de humedad. Ver (grafica 8) de la DMS en los anexos (pag.49).

Demuner (2012), realizo 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.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las diferencias de la retención de humedad en las parcelas experimentales, con respecto a los sistemas de labranza (NL, LV y LC) evaluados y a las tres profundidades estudiadas (P1 7.6cm, P2 12cm y P3 20cm). Los valores más altos de humedad se notaron con mayor diferencia en el sistema de Labranza Cero, reflejando mayor humedad en el cultivo de maíz (monocultivo) a comparación del cultivo de frijol (roto-cultivo), debido a que el suelo no se removía manteniendo valores de humedad más altos a diferencia del Sistema de Labranza vertical que retenía humedad moderadamente ya que solo se afloja las capas compactadas o endurecidas del suelo (linera recta) y la Labranza convencional que retuvo menos humedad por que el suelo es volteado y queda directamente expuesto.

Los efectos del sistema de labranza cero en la retención de humedad en comparación de (LV y LC) influencia de manera significativa, es conveniente implementar el sistema de labranza cero ya que tiene la mayor capacidad de retención de humedad en el suelo y beneficia a los agricultores que no cuentan con un poso para implementar un sistema de riego, aprovechando a si los beneficios de retención de humedad del sistema de Labranza Cero.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Acevedo E., & Martínez E. 2003. Sistema de labranza y productividad de los suelos in Seminario Sustentabilidad en Cultivos Anuales: Cero Labranza, Manejo de Rastrojos, Santiago, Chile. *INIA*. pp.13-27.
- Agamennoni R. 1996. Rotaciones y labranzas en la región semiárida bonaerense sur. En Labranzas en la Región Semiárida Argentina. D. Buschiazzo, J. Panigatti y F. Babinec. Ed. INTA CERLaP-San Luis, Argentina.
- Amésquita 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.
- Barber 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.
- Barber R.G. 1997. Los principales tipos de labranza. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín No. 8 de tierras y aguas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 8. Roma, Italia.
- Becerra M., Carolina, Madero M., Edgar, Herrera G. Oscar., & Amésquita 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.

- Boone F.R. 1988. Weather and other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic. Soil Tillage Research vol (11). pp.(3-4). Wageningen, The Netherlands.
- Bravo Carlo., & 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, E. M., Van, N. Martin., Contreras, J. R., Jiménez J. L., & Morales, G. M. 1992. El potencial de la labranza de conservación en la Mixteca Oaxaqueña. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. México.
- Cabeda, M.S.V. 1984. Degradação física e erosão. En: I Simpósio de manejo do solo e plantio direto no sul do Brasil e III Simpósio de conservação de solos do planalto. Passo Fundo, RS, Brasil. Anais
- Camacho Tamayo., J. H., & Rodríguez, G. A. 2007. Evaluación de implementos de labranza a diferentes velocidades de operación y contenidos de agua del suelo. Agricultura Técnica. pp. 60-67.
- Crowwetto, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Concepción - Chile. CIMMYT.
- Dick, W. A., McCoy, E. L., Edwards, W. M., & Lal, R. 1991. Continuous application of no-tillage to Ohio soils. Agronomy Journal. Doran.

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

FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. pp. 8-220.

FAO. (2002). Agricultura de conservación, uniendo producción con sostenibilidad. Federación Nacional de Cultivadores de cereales FENALCE (Fondo Nacional Cerealista).Boletín informativo de la subgerencia técnica N° 11. Roma, Italia.

Ferreyra E. Raúl, Sellés Van Sch Gabriel., & 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.

Fernández-Ugalde, O., I., Bescansa, P., Imaz, M. J., Enrique, A & Karlen, D. L., 2009. No tillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soil. Soil and Tillage Research. pp.29-35.

Friedrich T. 1997. Conceptos y objetivos de la labranza en agricultura conservacionista. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín No. 8 de tierras y aguas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 4. Roma, Italia.

- García, I., Jiménez, J. A., Muriel, J. I., Perea, F., & 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.
- 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.
- Govers, G., Lobb, D.A. & Quine, T.A. 1999. Tillage erosion and translocation: emergence of a new paradigm in soil erosion research. Soil & Tillage Research, 51. Amsterdam, Netherlands.
- Herrera, A. & Aguilar, Z. 2002. Sistemas de labranza de conservación con implementos de tracción animal para el piedemonte casanareño. Boletín técnico n° 27 Yopal, Casanare, Colombia.
- Hillel, D. 1998. Environmental soil physics. Academic Press. San Diego. p. 771.
- Hook, J.E., & Gascho J. G. 1988. Multiple cropping for efficient use of water and nitrogen. In: Hrgrofe, W. L. (Ed). Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen. ASA Special Publication. America Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA. p. 51,pp. 7-20.
- Jaramillo, J. D. F. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad nacional de Colombia facultad de ciencias Medellín. p.613.

- Jiménez González C. A., Maciel Pérez L. H., Peña Ramos A., & Castillo Rosales A. 2004. Principios y fundamentos de labranza de conservación. Guía para su implementación.
- Karwasra, S.P.S. 1991. Socio economic considerations in tillage. Proc. 12th Conference of ISTRO "soil Tillage for Agricultural Sustainability" IITA, Ibadán, Nigeria.
- IICA-BID-PROCIANDINO. 1989. XI seminario. Labranza de conservación de maíz. Ed. Por Barreto, H., Raab, R., Tasistro A. y Violic, A. D. Batán, México. p.5.
- López-Martínez, J. D., Ávalos Marines A., de Celis, E. M. R., Valdez Cepeda, R., & 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), pp. 417-422.
- Marcano Felipe, Ohep Carlos., & 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.
- Martínez, I., Ovalle, C., del Pozo, A., Uribe, H., Valderrama, N., Prat, C., Sandoval M., Fernandez F., & 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.

Montes, M. C. 1991. Los Sistemas de Labranza para la Agricultura de Secano. Seminarios Técnicos Vol. 8 N° 15.

Mora Gutierrez M, Ordas Ch. V, Castellanos J. Z, Aguilar Santelises A, Gavi F., & 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.

Navarro Bravo, A., Figueroa Sandoval, B., Ordaz Chaparro, V. M., & González Cossio, F. V. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo de maíz y frijol. Colegio de post graduados. Montecillo México. p. 61.

Osuna Ceja Esteban S, Figueroa Sandoval Benjamín, OleschkoKlaudia, Flores Delgadillo Mariade L, Martínez Menes Mario R., & 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.

Pinot, R, H. 2000. Manual de Edafología. Ed.Computec. Chile.

Salinas-García, J. R., Velázquez-García, J. D. J., Gallardo-Valdez, M., Díaz-Mederos, P., Caballero-Hernández, F., Tapia-Vargas, L. M., & Rosales-Robles, E. 2002. Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. Soil and Tillage Research, 66(2).

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Caracterización y diagnóstico para el ordenamiento ecológico general del territorio. México D.F.
- SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. p. 380.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola Cuadros tabulares. México. p. 1219.
- Sierra C. & Rojas, C. 2002. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de productividad de los cultivos. Curso tecnologías y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de los suelos degradados.
- Soane, B. & J. Pidgeon. 1975. Tillage requirements in relation to soil physical properties. Soil Science. P.119. Hamilton, New Zealand.
- Uribe, C. H., & Rouanet M. J. L. 2001. Efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. Agricultura Técnica. Chile. 62 vol. (4). pp. 555-564.
- Valverde Franklin, Ramos Mario., & 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 & Whalley W Richard. 2009. Physical effects of soil drying on roots and crop growth. Journal of Experimental Botany. Vol. 60. pp. 2845–2857.

VIII.I Citas de internet.

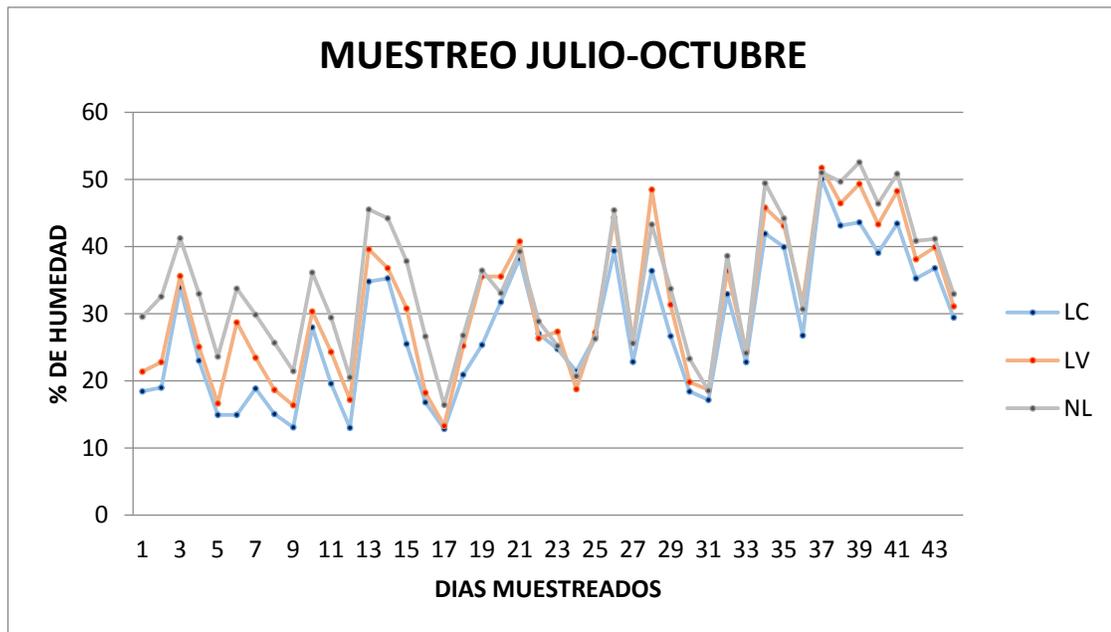
MO OMM. Precipitation measurement . whycos, de chy@WMO.INT Sitio web:

[http://www.whycos.org/hwrp/guide/chapters/spanish/original/WMO168_Ed2008_Vol I Ch3 Up2008 es.pdf](http://www.whycos.org/hwrp/guide/chapters/spanish/original/WMO168_Ed2008_Vol_I_Ch3_Up2008_es.pdf)

INTERASTRO. Sonda TDR 300 FIELDSCOUT. de sbkmexico Sitio web:

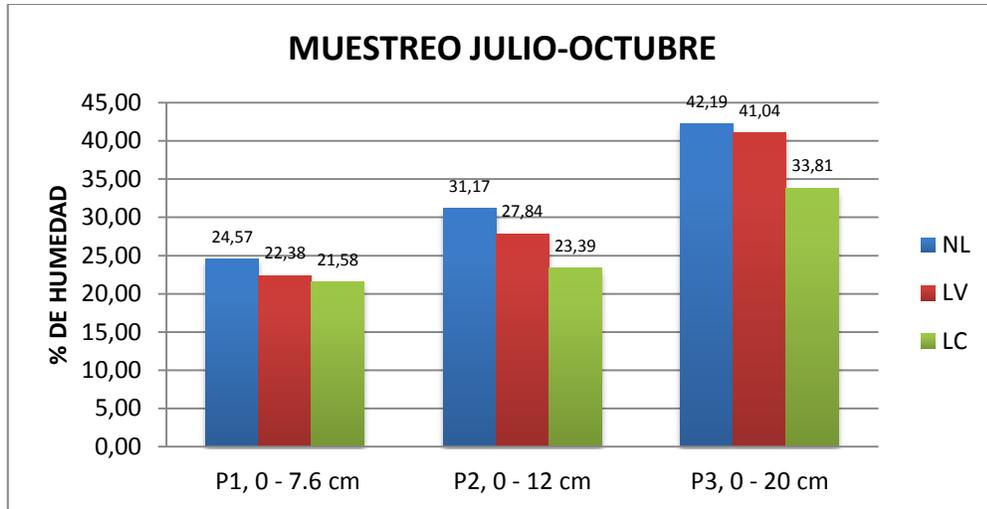
[http://www.sbk-mexico.com/catalogo/product_info.php?products_id=732/hwrp/guide/chapters/spanish/original/WMO168_Ed2008_Vol I Ch3 Up2008 es.pdf](http://www.sbk-mexico.com/catalogo/product_info.php?products_id=732/hwrp/guide/chapters/spanish/original/WMO168_Ed2008_Vol_I_Ch3_Up2008_es.pdf)

IX. ANEXOS.



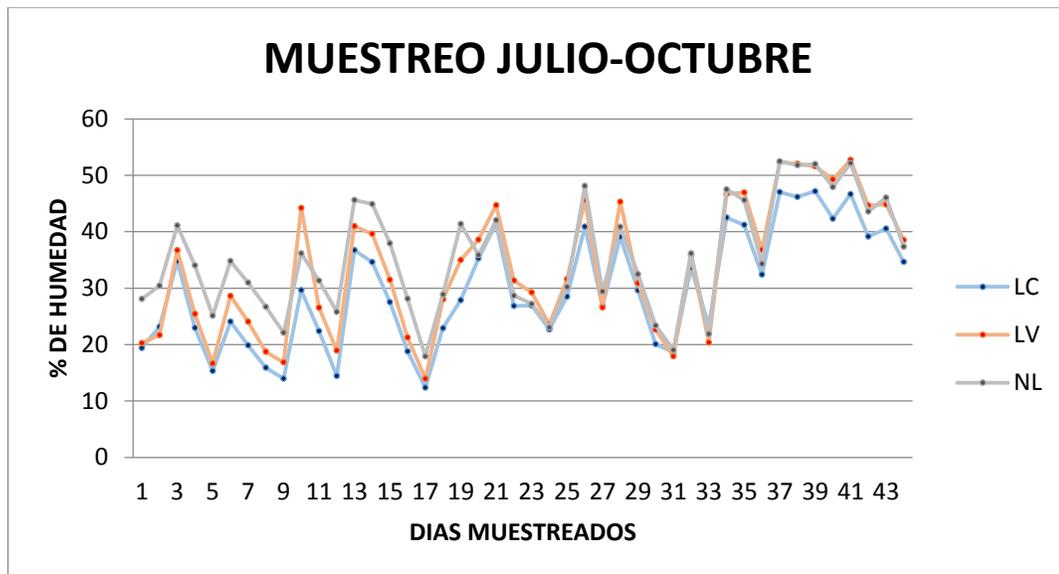
Grafica 3. Análisis de humedad-frijol en los tres sistemas de labranza.

La media de la humedad en Labranza Convencional del roto-cultivo frijol alcanzó el 27.71%, el comportamiento de la humedad en Labranza Vertical alcanzo el 31.23%, en Labranza Cero se tiene mayor capacidad de saturación de humedad a comparación de los otros sistemas, la media de la humedad total obtenida es del 34.24%. el comportamiento de la retención de humedad se puede observar en la (grafica 3).



Grafica 4. Comparación de humedad-frijol DMS labranza-profundidad.

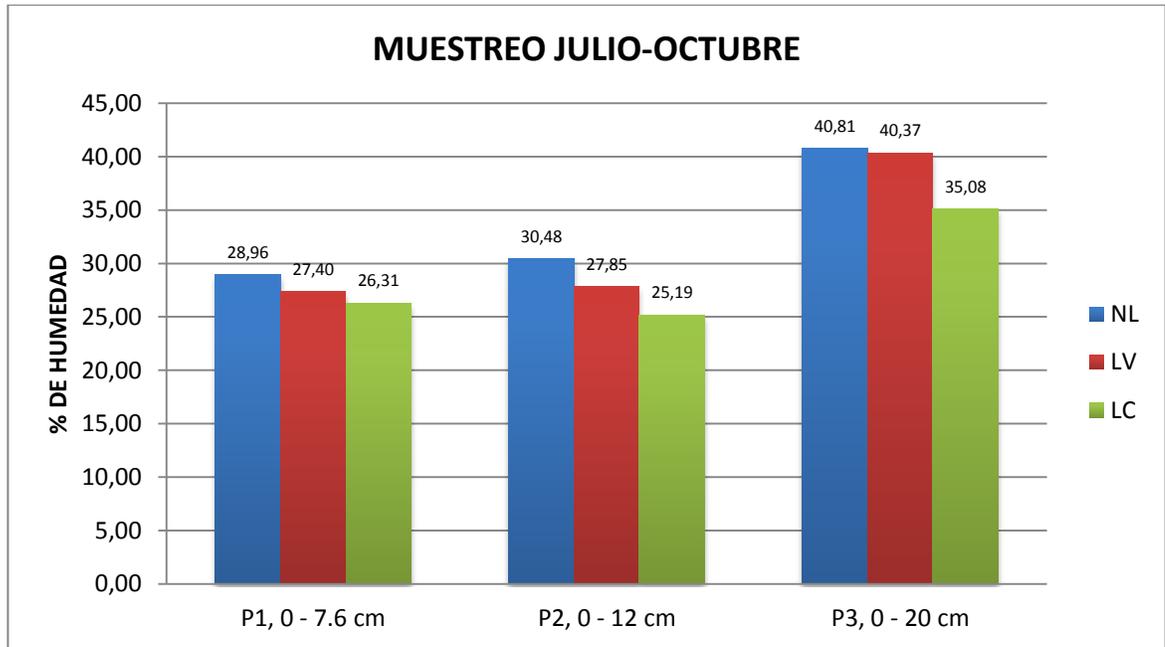
Esta es la gráfica de la DMS donde se demuestra las diferencias estadísticas de humedad entre Sistemas de Labranzas y profundidades, ver (cuadro 1 pag.35)



Grafica 5. Análisis de humedad-maíz en los tres sistemas de labranza.

La media de la humedad en Labranza Convencional del monocultivo maíz alcanzó el 29.77%, en Labranza Vertical la media de la humedad total obtenida es del 33.39 %, en Labranza Cero máxima saturación de humedad a

comparación de los otros dos sistemas de labranza es del 35.46 %.en la (grafica 5) se puede observar el comportamiento de la humedad en los sistemas de labranza.



Grafica 6. Comparación de humedad-maíz DMS labranza-profundidad.

Esta es la gráfica de la DMS donde se demuestra las diferencias estadísticas de humedad entre Sistemas de Labranzas y de profundidades. ver (cuadro 2 pag.37)