

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**Cambios en las Propiedades Físicas en tres Tipos de Suelos usando  
Labranza Tradicional en Zonas Semiáridas**

**Por:  
Cirilo Santiz Jiménez**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola**

**BuenaVista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio del 2006.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÒN DE INGENIERIA**

**Por:  
Cirilo Santiz Jiménez**

**Que somete a consideraciòn del H. Jurado Examinador como requisito  
Parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrònomo en Maquinaria Agrícola**

**Aprobado por:**

---

**Ing. Ramiro Luna Montoya  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Ing. Rosendo González Garza  
SINODAL**

---

**Ing. Juan José de Valle  
SINODAL**

---

**Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho  
COORDINADOR DE LA DIVISIÒN DE INGENIERIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio del 2006.**

**DEDICATORIA**

**A Dios todo poderoso, que todo lo puede y lo hace posible en este mundo, gracias señor por regalarme siempre salud, alegría, dulzura, paz, valor, fuerza, momentos buenos y malos, triunfos, errores y fracasos; sobre todo por darme la vida y permitir que llegara a este momento y por guiar mi sendero.**

**Especialmente a mis padres, dos personas bonitas que Dios me ha dado, a quienes admiro y respeto mucho, porque a ellos le debo lo que tengo y lo que soy, gracias por traerme al mundo.**

**Sr. Delfino Santíz Álvarez**

**Hombre de bien y buen amigo que ha sabido brindarme su apoyo, cariño, confianza y ternura; gracias por enseñarme buenos consejos e ir por el camino correcto para hacer de mi una persona de bien por ser el ejemplo de tus hijos, y gracias al amor que le tienes a mi madre me dieron la vida. Gracias por tu apoyo incondicional.**

**Sra. Socorro Jiménez de Santiz**

**Mujer hermosa, tierna y cariñosa; madre y única amiga que me ha sabido brindar su amor, cariño, apoyo y confianza durante los momentos más difíciles de mi vida, por los desvelos y preocupaciones que siempre ocasioné. Gracias mamá**

**A mis hermanos (as)**

**Claudia. Porque siempre me apoyaste, has sabido ser una gran persona.**

**Reina. Por tu alegría de siempre y confiar en mi y por apoyarme.**

**Octavio. Por tu enseñanza y ser el ejemplo de todos nosotros tus hermanos.**

**Marco Antonio. Por tu nobleza y ese gran corazón que te caracteriza.**

**David. Por tu entusiasmo de salir adelante y porque tienes un gran corazón.**

**Carlos Delfino. Por ser el mas pequeño de la familia y la esperanza de la familia.**

**A mis sobrinos**

**Rusber Uriel, Yessica Brenda, Eric, Adrián, Cándido Alexander, Luís Ángel, Carolita, Elizabet, Angelito y mas pequeñito de todos Raúl, David.**

**Ya que con su llegada lleno de alegría los corazones de mis padres y de mi familia.**

**A mis abuelos**

**Sotero Santiz (+) y Mercedes Álvarez (+) Simona Fonseca(+)** que Dios los tenga en su gloria y **Justo Jiménez** que Dios lo bendiga por siempre.

**A mis tíos (as)**

**Segundo, Emilio, Roberto, Braulio, Chila, Angelita (+), Gilberta, Alejandra, Adelino, Gonzalo** gracias por ser los mas lindos y ser mis tíos.

**A mis cuñadas(os)**

**Arcelia, Cecilia Elizabet, Mayra, Juan, Raúl y Eugenio** gracias por todo.

**A mis amigos de la generación**

**Mario, Sergio, Rudy, Alejandro, Santos, Henry, Fidel, Neftali, Benjamín, Cesar, Yoni, Julio, José Luís.**

**A mis compañeros**

**Auner, Rodolfo, Naybet, Hugo, Lennin, Jorge León y en especial a Edilma Pérez** gracias por ser como eres.

**A verito** por ser una mujer muy linda y que me ha brindado todo su apoyo, gracias por ser como eres y nunca cambies. **A Uriel Said** aunque es muy pequeñito pero con una sonrisa hace vibrar a todos los que lo queremos que dios te bendiga (bebito) y que goces de buena salud siempre gracias.

**Para Adelita** que siempre me da una palabra de aliento para que salga adelante y logre todas mis metas gracias.

**Agradecimientos**

**A Dios le pedí fuerzas**

**Para grandes logros...**

**Me hizo débil para aprender humildemente a obedecer.**

**Pedí salud para hacer cosas grandes,**

**me dio enfermedad para poder**

**Hacer cosas buenas.**

**Pedí riquezas para poder ser feliz,  
me dio pobreza para poder ser sabio.**

**Pedí poder para obtener alabanzas,  
me dio debilidad para sentir necesidad de Dios.**

**Pedí todo para disfrutar la vida,  
me concedió vida para poder disfrutar de todo.**

**Pedí lujos y fama,  
me concedió amigos y amor.**

**A pesar de mi mismo,  
las peticiones que no hice me fueron concedidas.**

**¡Dios mío!**

**Entre los hombres soy el más afortunado**

**GRACIAS DIOS MIO**

**li**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi Alma Terra Mater por haberme acogido en su seno durante mi estancia en la Narro y por darme la oportunidad de realizar mi sueño.**

**Al Ing. Ramiro Luna Montoya que a pesar de ser una persona muy ocupada me dedico parte de su tiempo para la realización de este trabajo el cual estoy muy sinceramente agradecido.**

**Al M.C. Rene Félix Domínguez por la revisión de este trabajo y su asesoría que me brindo durante este tiempo para terminar con éxito y lograr mi objetivo deseado gracias.**

**Al Dr. Luís Miguel Lasso por su apoyo incondicionalmente en la realización de este trabajo en el Laboratorio de suelos.**

**A los ingenieros del Depto de Maquinaria**

**Juan Arredondo, Tomas, Blanca Elizabet, Juan guerrero, Rosendo, al DR. Martín, José Juan Treviño gracias por su apoyo.**

**M.C Héctor Uriel Serna Fernández por su confianza, consejos, su motivación y compañerismo durante mi estancia en la universidad ojala nunca cambie. Gracias por su apoyo.**

**A mis compañeros de la generación 100**

**Mario, Sergio, Rudy, Alejandro, Santos, Henry, Fidel, Neftali, Benjamín, Cesar, Yoni, Julio, José Luís, Carlos Y Julio. Gracias por compartir conmigo momento de alegrías y tristeza.**

**A Manuel por darme la confianza de vivir en su casa gracias por todo.**

CONTENIDO	PAGINAS
DEDICATORIA-----	i
AGRADECIMIENTO-----	ii
ÍNDICE DE CUADROS-----	
iii	
INDICE DE FIGURAS -----	
iv	
I. INTRODUCCIÓN -----	
1	
1.1 Problemas de la Producción en las Zonas Áridas de México-----	
4	
1.2 Captación y Conservación de Humedad en Zonas áridas de México-----	
5	
Objetivo e hipótesis -----	
6	
Revisión de Literatura-----	
7	
2.1 Manipulación del Suelo con Implementos para la Labranza-----	
7	
2.1.1 Funciones específicas de la Labranza -----	
7	
2.1.2 Tipos de Labranza-----	
9	
2.2 Efecto de los sistemas de Labranza sobre las Propiedades Física de los Suelos -----	
12	
2.2.1 Efecto de la Labranza en la Estructura del Suelo -----	
12	
2.2.2 Efecto de la Densidad aparente en el Suelo -----	12
2.2.3 Efecto de la Resistencia Mecánica en le Suelo -----	13
2.2.4 Efecto de Labranza en la Temperatura del Suelo -----	14
2.2.5 Efecto de la Labranza en la Erosión del Suelo -----	15

III. MATERIALES Y MÉTODOS -----	
17	
3.1.1 MATERIALES -----	
17	
3.1.2 Fuente de Potencia: Tractor-----	
17	
3.1.3. Implemento-----	
18	
3.5 METODLOGIA -----	
20	
3.5.1 Caracterización del Sitio de Evaluación Campo-----	
21	
3.5.2 Determinación de la Pedregosidad-----	
-----21	
3.5.3 Determinación de la cobertura vegetal (%) -----	
23	
3.5.4 Tipo de Suelo (determinación de la Densidad aparente) -----	
23	
3.5.5 Determinación de la conductividad Eléctrica-----	
25	
3.5.6 Determinación de la Densidad de Sólidos -----	
25	
3.5.7 Determinación de la Conductividad Hidráulica -----	
26	
3.5.8 Determinación de la Profundidad de Trabajo (m) -----	27
3.5.9 Determinación de la Plasticidad Limite Atterberg -----	28
IV. Resultados y Discusiones -----	
29	
<u>4.2.1 Textura del Suelo -----</u>	
<u>31</u>	
4.2.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente -----	31



4.2.3 Densidad aparente y densidad de sólidos -----	31
4.2.4 Conductividad Eléctrica-----	32
4.2.5 Conductividad Hidráulica-----	32
4.2.6 Índice de Plasticidad-----	32
4.3.1 Textura del suelo-----	33
4.3.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente-----	33
4.3.3 Densidad Aparente y Densidad de Sólidos-----	34
4.3.4 Conductividad Eléctrica-----	34
4.3.5 Conductividad Hidráulica-----	34
4.3.6 Índice de Plasticidad-----	35
4.4.1 Textura del suelo-----	36
4.4.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente-----	36
4.4.3 Densidad Aparente y Densidad de Sólidos-----	36
4.4.4 Conductividad Eléctrica-----	37
4.4.6 Índice de Plasticidad-----	37
V. Conclusiones y Recomendación -----	38
Literatura Citada -----	39

## INDICE DE CUADROS

	PAGINAS
CUADRO No.1 COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS-----	
20	
CUADRO No. 2 COMPARACION DE RESULTADOS (BAJÍO) -----	
31	
CUADRO No.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS (FRENTE BIBLIOTECA)-	
33	
CUADRO No.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS (FRENTE GIMNASIO) ---	
36	

## INDICE DE FIGURAS

### PAGINAS

Fig.1 Tractor 6810 4WD -----	17
Fig.2 Arado de Rejas 3835 -----	18
Fig.3 Determinación de la Muestra del Suelo -----	21
Fig.4 Determinación de la Pedregosidad (%) -----	22
Fig. 5 Determinación de la Cobertura Vegetal (%) -----	23
Fig.6 Determinación de la Densidad aparente -----	24
Fig. 7 Determinación de la Profundidad de Trabajo. -----	27

## **Introducción**

La disminución de los rendimientos en los cultivos es cada vez mayor por la degradación del suelo, debido a la sobreexplotación, los altos índices de deforestación, la eliminación de la cobertura vegetal y el exceso de laboreo en el suelo. Una explotación eficiente del suelo en la producción de cultivos debe considerar los principios básicos de sustentabilidad, que se traducen en procesos productivos ecológicamente sanos, económicamente viables, socialmente justos, humanos y adaptables, con la aplicación adecuada de los adelantos e innovaciones de la ciencia y la tecnología.

La agricultura en México tiene una producción escasa y fluctuante frente a un consumo en constante crecimiento que obliga a producir más y mejor con base en cultivos intensivos cada vez más mecanizados, lo cual origina la degradación de los suelos, que tienen un efecto irreversible como es el caso de la erosión. Sin embargo, el avance tecnológico surge por la necesidad de producir más intensamente por unidad de suelo; esto ha implicado la utilización más intensa de las labores agrícolas y abuso del uso de la maquinaria agrícola, con la creencia de que entre más se disgrega el suelo mejor es su preparación para la producción de cultivos.

La estructura se considera como el conjunto de las unidades elementales de diferente tamaño y nivel de organización, que representan un arreglo específico en el espacio y una dinámica en el tiempo y característica de cada tipo de suelo.

Los suelos sin estructura no existen, ya que en cualquier suelo hay un número dado de niveles de organización estructural, que puede ser igual a uno o más. Sin embargo, el proceso de agregación no se presenta en todos los suelos.

La tendencia actual en el laboreo de los suelos debe ser hacia el uso de sistemas de labranza que permitan un ahorro de energía y propicien el deterioro mínimo de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo (Figueroa y Ventura, 1990). En la actualidad, para laborear el suelo se han diseñado implementos agrícolas con el objetivo de lograr menor deterioro de la estructura y obtener mayor rendimiento en la producción, conjuntamente con el empleo de nuevas tendencias agrícolas.

En estas regiones es importante estudiar el comportamiento de los suelos en función de diferentes manejos, para identificar el más adecuado para su uso y conservación (Pagliai, et al, 1994).

El uso adecuado del suelo puede estimarse por medio de los cambios en sus propiedades físicas inducidos por el manejo en el largo plazo (Vyn y Rainbault, 1993).

Debido al uso intensivo de maquinaria y de implementos agrícolas, los suelos con contenidos altos de limo y bajos en MO, son susceptibles a procesos de compactación, encostramiento superficial y erosión. Especialmente en las regiones semiáridas, es muy importante la conservación del suelo y agua y el manejo de residuos de cultivo sobre la superficie, lo cual se logra con prácticas adecuadas de labranza (Tursina y Silakov, 1994; Cunha *et al.*, 1997).

Este bajo contenido de materia orgánica es una de las principales causas de la degradación del suelo, reflejada en baja fertilidad, erosión, encostramiento,

compactación y dificultad de manejo. La labranza convencional propicia, además, un constante tráfico de maquinaria, lo cual aumenta la compactación del suelo (Karlen *et al.*, 1990), y se requiere más laboreo del suelo a medida que transcurre el tiempo. Diferentes modalidades de labranza de conservación a largo plazo, que además incluyan leguminosas en rotación, se han sugerido como una alternativa viable para recuperar la fertilidad física, biológica y química del suelo. Estos sistemas permitirán incrementar los valores de materia orgánica, N y C orgánicos, así como la biomasa microbiana, dando como resultado, a través del tiempo, una mejor condición de fertilidad y agregación en los suelos (Follett *et al.*, 1987; Stewart *et al.*, 1987; Barreto, 1989; Poulton *et al.*, 1996).

## **1.1 Problemas de la Producción en las Zonas Áridas de México**

En estas zonas la agricultura temporal se considera como una de las actividades más arriesgadas, inciertas e inseguras del semidesierto se encuentra limitada por principalmente por el agua de lluvias, es decir, los eventos lluviosos son muy escasos y por lo general en una sola región. Estos agricultores empiezan con la preparación del suelo, en los meses de abril y mayo, con el implemento o equipo que más han utilizado. Esperan a que llueva, para que inmediatamente empiecen con la siembra de sus cultivos, existe la posibilidad de que su cultivo no llegue ni siquiera a germinar, y las pocas semillas que germinan mueren al no presentarse eventos de lluvias en los días próximos (Velasco, 2000). Por lo general en estas zonas áridas cuando se presentan las lluvias, son intensas y duran un tiempo muy corto (Velasco, 2000), si el suelo ya está preparado para la siembra esa agua se infiltra, pero a los días posteriores esa humedad que se encuentra en el suelo tiende a evaporarse debido a que el suelo no cuenta con una cubierta que lo proteja contra la pérdida de humedad. En las zonas áridas la pérdida de los cultivos por la falta de humedad es muy alta, ejemplo el cultivo con mayor extensión en el ciclo temporal 1999-2000 (octubre a septiembre), en superficie en el estado de Coahuila fue el maíz, con 34 686 has, sin embargo, solo se cosecharon 16 503 has, es decir, se perdió el 52.4%. Esto contrasta mucho con el maíz establecido bajo riego en el mismo ciclo, ya que el 8 426 has sembradas se cosecharon 8 143 has, hubo una pérdida de 3%. El rendimiento promedio en el riego fue de 2.41 ton/ha mientras que en el de temporal fue solo 0.52 ton/ha. Es decir, se obtuvo solo el 21.5% del rendimiento comparado con el de riego (INEGI, 2001).

## **1.2 Captación y Conservación de Humedad en Zonas áridas de México**

Los sistemas de labranza forman el elemento principal dentro de los sistemas agrícolas de producción, donde muchas de las actividades afectan en forma directa al cultivo ya establecido y que dependen en gran medida del sistema de labranza aplicado en la preparación del terreno (Martínez, 1999). En los sistemas de labranza se dice que se encuentran aquellos implementos que voltean los primeros 15-20 cm de suelo y se conoce como labranza tradicional. En este sistema los residuos se remueven de la superficie del suelo y siguen uno de tres caminos: a) Se sacan del campo; b) se entierran volteando el suelo; c) se queman. Ellos, sin embargo, constituyen la principal fuente de carbono orgánico del suelo y reciclan una parte importante de los nutrientes absorbidos

por el cultivo (Acevedo, et al, 1988). Existe también el sistema de labranza de conservación que es un sistema en el cual los residuos de cosecha son retenidos en o cerca de la superficie y/o la rugosidad superficial del suelo se mantiene, con el objeto de controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua (Mannering y Fenster, 1983; Allmaras et al, 1985).

## **OBJETIVOS**

El objetivo de este trabajo es determinar la calidad de labor que deja la labranza tradicional en relación al cambio en las propiedades físicas del suelo.

## **HIPOTESIS**



Con la labranza tradicional se logra un mejor cambio en las propiedades físicas del suelo y por lo tanto una mejor cama de siembra.

## **II. Revisión de Literatura**

### **2.1 Manipulación del Suelo con Implementos para la Labranza**

#### **2.1.1 Funciones específicas de la Labranza**

La investigación nos proporciona una mejor capacidad de explicar el efecto de la labranza en el suelo, aunque no todos los procesos se comprenden bien. La labranza o la preparación del terreno se refiere a cualquier manipulación mecánica del suelo que altera la estructura y/o resistencia del mismo con el objetivo de proporcionar y mantener en el suelo las condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plantas (Figueroa, 1982). Objetivos que debe cubrir la labranza en las zonas semiáridas:

- ❖ Reducción de la evaporación
- ❖ Control de la erosión

- ❖ Captación total del agua de lluvia por parte del suelo (alta infiltración y capacidad de retención de agua)
- ❖ Reducir los riesgos de producción
- ❖ Reducción de la velocidad de descomposición de la materia orgánica
- ❖ Control de las malas hierbas (la cual compiten por agua, nutrientes, luz, espacio con el cultivo )
- ❖ Mejorar el desarrollo del sistema radicular

Para alcanzar estos objetivos existen métodos del cual difieren en algún grado para las regiones con precipitaciones en invierno y verano (Krause et al, 198).

La labranza del suelo se hace con el objetivo de modificar por medios mecánicos las condiciones físicas originales del suelo para mejorarlas especialmente la densidad aparente, de acuerdo a los fines perseguidos. La labranza tiene efectos directos sobre los procesos y propiedades físicas del suelo, e indirectos sobre el crecimiento de los cultivos. A pesar de que los principios en los que se sustentan los diferentes sistemas de labranza son los mismos independientemente de otros factores, los sistemas apropiados para cada situación son específicos para suelos y cultivos, y su adaptación depende de factores biofísicos y socioeconómicos (Karwasra 1991).

El ser humano incorpora la labranza cuando intenta controlar la vegetación natural, con el fin de desarrollar especies de su interés. La cual los principales objetivos de la labranza es el de controlar malas hierbas, preparación de la

cama de siembra, acondicionamiento de las propiedades físicas del suelo (FAO, 2003).

Figueroa y Morales,(1982) definen la labranza como cualquier manipulación mecánica del suelo, para proporcionar y mantener las condiciones óptimas para la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas.

Según Watts et al. (1996) la labranza es una de las principales técnicas de manejo usadas para el control de malezas, la incorporación de residuos, la preparación de la cama de siembra y el mejoramiento de la infiltración del agua o la pérdida de agua por evaporación.

### **2.1.2 Tipos de Labranza**

#### **Labranza Convencional**

La labranza convencional o tradicional es el laboreo del suelo anterior a la siembra con maquinaria (arados de rejas y vertederas o discos) que corta e invierte total o parcialmente los primeros 15cm de suelo. El suelo se afloja, airea y mezcla, lo que facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en superficie. Pero también se reduce rápidamente la cobertura de superficie, se aceleran los procesos de degradación de la materia orgánica y aumentan los riesgos de erosión. La característica negativa de este sistema es que el suelo queda sin protección de rastrojos y casi desnudo y por ello es susceptible a la pérdida de suelo y agua por la erosión (FAO, 2003).

#### **Labranza Primaria**

La labranza primaria es la labranza tradicional que se extiende a toda la capa arable o sea al horizonte A. Esta sirve para eliminar compactaciones superficiales, abrir el

suelo y crear una estructura grumosa para acumular agua y muchas veces también incorporar, a través de la arada ya sea con el de arado de rejas o disco, eliminar plagas, malezas y semillas de malezas. La profundidad de la labranza primaria depende de la fuerza de tracción disponible. Con tracción animal es normalmente entre 10 y 20 cm; con el tractor, especialmente con el aumento de potencia de los tractores modernos, se llega en algunos países hasta 40 cm (Félix, R, 2005).

### **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. Normalmente la labranza secundaria nivela y pulveriza el suelo y una profundización de la misma solamente llevaría a una pérdida innecesaria de humedad. Cuando el suelo todavía está suelto hay que incluir también una recompactación en la labranza secundaria. La creación de una cama de siembra tradicional surge a consecuencia de la insuficiencia de la técnica para sembrar en un terreno virgen.

### **Labranza de Conservación**

La labranza de conservación es un sistema de laboreo y siembra que mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos después de la siembra (SAGAR, 1996). Sin embargo, en algunas situaciones, especialmente en zonas semiáridas, no existen rastrojos u otros materiales suficientes para dar una cobertura protectora al suelo. Esto puede ser debido a la baja producción de rastrojos por razones de clima o de suelo, o porque los rastrojos son utilizados para otros propósitos como forraje. En esta situación se pueden reducir las pérdidas de humedad y de suelo en comparación con las de labranza convencional, por la formación de

estructuras como camellones y surcos. El sistema de la labranza en camellones puede ser considerado como un sistema de labranza conservacionista (Lal, 1995).

### **Labranza Mínima**

Comprende la manipulación necesaria para la producción de cultivos o para reunir los requerimientos mínimos de labranza bajo determinadas condiciones de suelo (SAGAR, 1996). Una ventaja importante de la labranza mínima es que los cultivos pueden ser sembrados inmediatamente después de que el cultivo anterior haya sido cosechado y, por lo general, en el momento más cercano al óptimo de la siembra (Hobbs *et al.*, 1997). La labranza mínima, además de reducir el período entre dos cultivos, también puede ser más económica que la convencional.

### **Labranza Cero o No Labranza**

Es el procedimiento mediante el cual, la siembra se hace directamente y esencialmente en camas de siembra no preparadas (SAGAR, 1996). La labranza cero es un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura de conservación, con el fin de mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos. Básicamente consiste en mantener una cubierta orgánica permanente o semipermanente del suelo (por ejemplo, un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo) para protegerlo del sol, la lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar" y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica (FAO.2001).

## **2.2 Efecto de los sistemas de Labranza sobre las Propiedades Física de los Suelos**

### **2.2.1 Efecto de la Labranza en la Estructura del Suelo**

La estructura del suelo se ha definido como el arreglo espacial de las partículas sólidas y la fase porosa y las relaciones entre ellas (Figuroa 1979). Los flujos de agua y gases y el crecimiento de las raíces están asociadas íntimamente con la estructura del suelo. A fin de entender la manera en que la labranza afecta esta estructura se han utilizado diferentes parámetros del suelo, distribución de agregados, distribución de poros, conductividad hidráulica, y estabilidad de agregados (Figuroa 1979). Recientemente se ha sugerido a la sortividad como una medida de la estructura (Osuna 1987).

La preparación de los suelos se ha practicado durante más de 40 años en las áreas de riego, propiciando la disminución del contenido de materia orgánica hasta valores menores que 2%, lo cual ocasiona detrimento en la estructura y agregación de los suelos y aumenta su compactación y dificultad de manejo. ( M. Mora Gutiérrez<sup>1</sup>, V. Ordaz Ch.<sup>2</sup>, J.Z. Castellanos<sup>3</sup>, A. Aguilar Santelises †, F. Gavi y V. Volke H).

### **2.2.2 Efecto de la Densidad aparente en el Suelo**

Existen muchas evidencias de que el uso de la labranza tiende a incrementar paulatinamente la densidad y la compactación de los suelos, requiriendo esto cada vez más y más la labranza (Figuroa, 1983).

Un ejemplo claro de esto lo reporta Sánchez (1975) quien al estudiar el efecto de la labranza sobre la producción de arroz encontró que después de ocho años de cultivo la densidad aparente se había incrementado de 0.85 a 1.21 g/cm<sup>3</sup>. Por otro lado inmediatamente después del laboreo, en general se tiende a reducir la densidad

aparente de la capa del suelo laboreada, aunque la densidad aparente del suelo al final del cultivo es menor a medida que se reduce la labranza. Se debe de notar que los incrementos mas altos en densidad aparente ocurrieron en la labranza de conservación, lo que corrobora la observación de otros autores de incrementos en la densidad aparente al usar el sistema de labranza de conservación (Hamblin, 1985; Hill y Cruse, 1985). Ante la variación en tiempo que presenta la densidad aparente, es necesario que al estudiar sus cambios por efecto de la labranza, se haga una adecuada descripción del suelo, de las operaciones de labranza, de la técnica de muestreo y de los procedimientos estadísticos (Cassel, 1982).

### **2.2.3 Efecto de la Resistencia Mecánica en le Suelo**

La resistencia mecánica de los suelos sometidos a labranza de conservación se incrementa en la superficie debido a procesos naturales de consolidación. Esto se ha constatado en México en los estudios ya realizados por Barragán(1986), en un Xerosol háplico, la resistencia mecánica se incremento de 2.02 a 2.74 kg/cm<sup>2</sup> . para la labranza de conservación. De manera semejante en un Faeozem háplico el incremento fue de 7.38 a 9.49 kg/cm<sup>2</sup> (Garita, 1986). La resistencia mecánica de un Cambisol eutrico (Coca, 1982) fue de 5.03 y 3.46 kg/cm<sup>2</sup> para la labranza de conservación y labranza tradicional, respectivamente. Osuna (1987) reporto que la resistencia mecánica de los primeros 10 cm del suelo se incremento conforme se aumentaba la energía cinética aplicada en forma de lluvia simulada al mismo.

### **2.2.4 Efecto de Labranza en la Temperatura del Suelo**

En forma directa, el crecimiento de las plantas esta afectado por la temperatura del suelo a través de la germinación, emergencia, crecimiento radical, y absorción nutrimental y descomposición de residuos vegetales. A menudo la temperatura del suelo es un factor determinante en la producción, de tal modo que muchos cultivos no pueden crecer a menos que se alcancen temperaturas por arriba de un nivel mínimo.

Ramírez (1982) encontró que la temperatura del suelo para la región de Chiautla, Puebla. Fue en promedio 2<sup>0</sup>c mayor bajo la labranza convencional en comparación con la labranza de conservación debido al efecto de la cobertura sobre la incidencia directa de los rayos del sol y la humedad del suelo. La temperatura en un suelo laboreado es más alta durante el invierno y en la noche, y más baja durante el verano y el día que en un suelo no laboreado a profundidades similares (Wierenga et al, 1982; Tisdall y Adem, 1986).

### **2.2.5 Efecto de la Labranza en la Erosión del Suelo**

Estudios realizados por la SARH (1986) han indicado que el 80% de la superficie nacional presenta problemas de erosión en alguna magnitud. En las zonas áridas de México predominan condiciones favorables para el proceso de la erosión eólica (suelos desnudo, con superficie suave, topografía plana y secos durante la época de vientos fuertes) que han llegado a producir pérdidas de hasta 140 ton/ha/año (Amante, 1989). La labranza de conservación disminuye la erosión debido a que incrementa la estabilidad de los agregados y mantiene tasas de infiltración más altas en el suelo. Si el sistema de labranza de conservación se acompaña con un mantillo de residuos



vegetales que cubran mas del 70% de la superficie del suelo, entonces prácticamente la erosión se reduce a cero (Figueroa, 1975).

### **Cultivo, deshierbe**

Este tipo de labranza, que normalmente es muy superficial sirve para controlar malezas, incorporar abono, quebrar superficies encostradas o aporcar. Las funciones de este tipo de labranza y por lo tanto la selección de la herramienta correcta depende del problema y de la maleza encontrados. Para el deshierbe, las funciones básicas son las de arrancar y dejar en la superficie y las de enterrar o de cortar las raíces; hay que tener mucho cuidado con los ajustes del equipo y la profundidad para no dañar el cultivo. Una falla muy común es por ejemplo dejar crecer la maleza demasiado y después tratar de controlarla con un cultivo profundo. En el caso del maíz esto destruye todas las raíces superficiales del cultivo que son las más importantes para la nutrición de la planta.

### **Características del Suelo-Textura y Humedad**

Las características del suelo tienen mucha influencia sobre la selección del tipo de herramienta, del gasto del material, de requerimiento de potencia para la labranza y el tiempo disponible para el laboreo del suelo.

### **Humedad, Ventana de Laboreo**

Cada suelo tiene, para la labranza, un rango óptimo de humedad. Por lo tanto, no existe, en general "suelos duros". Sin embargo los límites del rango óptimo para la labranza, o sea la "ventana de laboreo", pueden ser mas pronunciados y estrechos en caso de suelos arcillosos o menos pronunciados y amplios en suelos arenosos. En

general hay que buscar esta "ventana de laboreo " para obtener un resultado óptimo con costos energéticos aceptables. En suelos extremos esta "ventana" puede ser muy estrecha y prácticamente no permitir la labranza. Estos son casos mas indicados para la siembra directa o la labranza cero. Mientras que con la tracción animal se esta limitado obligatoria mente a la labranza dentro de la ventana óptima, el tractor permite salir de esta en los dos extremos de la misma. Esto, sin embargo, puede resultar en daños al suelo o al equipo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.1 MATERIALES

Para el desarrollo de este trabajo se utilizo el siguiente equipo y los materiales correspondientes para hacer los en el laboratorio de física de suelos y determinar los parámetros correspondientes.

#### 3.1.2 Fuente de Potencia: Tractor



**Fig.1 Tractor 6810 4WD**

- ❖ New Holland 6810 4WD
- ❖ Potencia al motor 70 hp
- ❖ Potencia a la TDF 63 hp
- ❖ Motor 4 cilindros
- ❖ Dirección hidrostática
- ❖ TDF independiente 540 rpm.
- ❖ Válvula de control remota sencilla
- ❖ Capacidad de levante 1835 Kg.
- ❖ Transmisión semi-sincronizada 8x2.

### 3.1.3. Implemento



**Fig.2 Arado de Rejas 3835**

- Numero de rejas 3
- Potencia requerida 80 hp
- Profundidad de trabajo 36.6 cm (14")
- Ancho de trabajo por vertedera 36 cm (14")  
41 cm (48")
- Enganche de 3 puntos, categoría II
- Peso aproximado 535 Kg. (1 181 lb.)

### **Parámetros**

Densidad aparente (Da)

Materiales:

- ❖ Probeta de 100 ml plástico
- ❖ Tapón
- ❖ Balanza
- ❖ Suelo secado a la estufa
- ❖ Franela

### Densidad de sólidos (DS)

#### Materiales:

- Probeta de 100 ml de vidrio
- Varilla de vidrio
- Embudo
- Suelo secado a la estufa
- Balanza

### Capacidad de campo (CC)

#### Materiales:

- ❑ Probetas de 500 ml
- ❑ Probeta de 100 ml
- ❑ Suelo secado al aire
- ❑ Polietileno
- ❑ Papel
- ❑ Frascos
- ❑ Balanza
- ❑ Estufa

Cabe mencionara que para medir el P.M.P. se tuvo que hacer los respectivos cálculos.

### Conductividad eléctrica (CE)

#### Materiales:

- Botes de plástico, suelo.
- Espátula
- Probeta
- Agua destilada
- Bomba de vacío
- Embudo de porcelana
- Papel filtro
- Matraz kitasato

- Conductivimetro

Plasticidad

Materiales:

- ✓ Cápsulas de porcelana
- ✓ Espátulas
- ✓ Suelo
- ✓ Agua
- ✓ Botes
- ✓ Estufa
- ✓ Balanza

Conductividad hidráulica (CH)

Materiales:

- Equipo para conductividad (banco de madera, permeametros, sifones y canaletas).
- Agua
- Probeta

### 3.5 METODLOGIA

**CUADRO No. 1 COMPARACIÓN DE PARÁMETROS**

<b>Parámetros</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>
Capacidad de campo	Columnas de Colman	%
Densidad aparente	Probeta	g/cm <sup>3</sup>
Densidad de sólidos	Picnómetro	g/cm <sup>3</sup>
Conductividad eléctrica	Conductivimetro	Milisiens/cm <sup>2</sup>
Conductividad hidráulica	Permeametro	Cm/hr
P <sub>WLL</sub>	Limite de Aterberg	%
P <sub>WLP</sub>	Limite de Aterberg	%

I.P	Limite de Aterberg	%
-----	--------------------	---

Se ha utilizado una metodología de comparación de acuerdo a las propiedades físicas que presentan los suelos, considerando como parámetros los principales los antes mencionados.

### 3.5.1 Caracterización del Sitio de Evaluación Campo

#### Toma de la Muestra de Suelos

Antes de pasar el implemento se tomo una muestra testigo para cada uno de los lugares de experimentación, el método utilizado para sacar la muestra fue al azar en una dimensión del terreno de 30 cm de largo por 10 de ancho y se llevo al laboratorio de física de suelos para su análisis.



**Fig.3 Determinación de la Muestra del Suelo**

### 3.5.2 Determinación de la Pedregosidad

Para la determinación de pedregosidad se utilizo un marco de 1m<sup>2</sup> con un arreglo matricial de 10x10cm cada uno, por lo que cada cuadrado representa 1%, se contó el numero de piedras que cubría dichos cuadros de 10cm<sup>2</sup>, esta prueba se realizo con una repetición por cada parcela, y se determino el % de pedregosidad en el área de experimentación, cabe mencionar que esta prueba se hizo antes de pasar el implemento.



**Fig.4 Determinación de la Pedregosidad (%)**



### 3.5.3 Determinación de la cobertura vegetal (%)

Para la determinación de la cobertura vegetal se utilizó un marco de 1m<sup>2</sup> con un arreglo matricial de 10x10cm cada uno, por lo que cada cuadrado representa 1%, se tomaron lecturas en base al porcentaje de vegetación que cubría dichos cuadros de 10cm<sup>2</sup>, esta prueba se realizó con una repetición por cada parcela, y se determinó el % de vegetación de cada sitio.



**Fig. 5 Determinación de la Cobertura Vegetal (%)**

### 3.5.4 Tipo de Suelo (determinación de la Densidad aparente)

El suelo es una mezcla porosa de partículas minerales y orgánicas, agua y aire. Las partículas sólidas son generalmente pequeñas; pueden estar dispersas o unidas con otras partículas, formando agregados, y constituyen la matriz o esqueleto del suelo.

En la determinación de la densidad aparente se utilizó el método de la probeta.

Procedimiento: se le agrega 50g de suelo sin tamizar y se seca en la estufa, se utilizo la probeta de 100 ml donde se puso el suelo y se coloco un tapón de hule en el orificio de esta. Luego con un pedazo de franela humedecida haciéndole varios dobleces se coloca sobre la mesa de trabajo, después se compacto el suelo contenido en la probeta golpeando 30 veces con frecuencia de un golpe por segundo en una trayectoria vertical de 20-30 cm; se procedió a leer el volumen final que quedo en la probeta y por ultimo se determino la densidad aparente con la formula siguiente.

$$Da = \frac{Ms}{Vs}$$

**Donde:**

Da= Densidad aparente

Ms= masa de sólidos

Vs= volumen de sólidos



**Fig.6 Determinación de la Densidad aparente**

### **3.5.5 Determinación de la conductividad Eléctrica**

En la determinación de la conductividad eléctrica se utilizó el siguiente procedimiento: se pesó 300g de suelo sin tamizar, agregándole agua destilada hasta un punto de saturación se tapó y se dejó reposar por 24 hrs., luego se obtuvo el extracto por medio de la bomba de vacío, ajustando la temperatura del aparato a la cual se encuentra la muestra, se procedió a leer en el conductímetro y registrar la lectura ya que esta se obtiene en  $\text{mS/cm}^2$ .

### **3.5.6 Determinación de la Densidad de Sólidos**

La determinación de la densidad de sólidos fue hecha por el método aproximado con el siguiente procedimiento: se pesó la probeta, en seguida se le añadió a la probeta 50 ml de agua y se volvió a pesar. Pesó 29g de suelo y se le agregó la probeta, se agita con una varilla de vidrio por 5 minutos y se toma la lectura del incremento en volumen ( $AV=VS$ ) y por último pesó la probeta más agua más suelo y obtuvo por diferencia ms.

### 3.5.7 Determinación de la Conductividad Hidráulica

para la determinación de la conductividad hidráulica se utilizo el método del permeámetro para ello se siguió el siguiente procedimiento: medir el diámetro y profundidad del permeámetro, se colocaron filtros en el fondo del permeámetro, se agrega suelo mas menos  $\frac{3}{4}$  del permeámetro y empacar, colocar en la superficie del suelo otro filtro, se prosigue a colocar el permeámetro en la base de la ranura de la canaleta y aplicar carga constante de agua, esperar que drene el agua y tomar la lectura de volumen drenado o intervalos de tiempo iguales, seguir tomando lecturas hasta que sea constante, medir la altura de la lamina de agua sobre el suelo, calcular la altura de la columna de suelo y de ahí sacar el valor de K con la siguiente formula:

$$K = \frac{V}{(A)(t)} \left[ \frac{\Delta x}{\Delta O} \right]$$

**Donde:**

K= conductividad hidráulica

V= volumen recolectado

A= área del cilindro

t = tiempo

$\Delta x$  = altura de la columna de suelo

$\Delta O$  =altura del cilindro

### 3.5.8 Determinación de la Profundidad de Trabajo (m)

En la medición de la profundidad de trabajo se midió con una regla graduada en centímetros, y con un nivel de gota (de mano) este se tomo a partir de de una porción sin trabajar, con una regla mas larga (sin graduaciones), se coloca en la parte sin trabajar y por enzima de la regla mas larga se coloca el nivel para que esta se mantenga lo mas horizontal posible, y en donde paso el implemento se extrajo toda la tierra hasta la parte mas firme del suelo, terminando todo este proceso se prosiguió a medir la profundidad de trabajo en donde se obtuvieron tres repeticiones para cada parcela estudiada.



**Fig. 7 Determinación de la Profundidad de Trabajo.**

### 3.5.9 Determinación de la Plasticidad Limite Atterberg

I.P= Índice Plástico

$P_{wLL}$  = contenido de humedad en limite liquido

$P_{wLP}$  = contenido de humedad en limite plástico

Para la determinación de estos parámetros se siguió el siguiente procedimiento: se pone un poco de suelo sin tamizar en una cápsula de porcelana, se le agrega agua y se bate con una espátula hasta obtener una pasta de saturación en ese momento se dice que esta en un límite líquido luego se determina su contenido de humedad. A otras muestras del mismo suelo se le determina el contenido de humedad cuando esta en el punto donde deje de ser plástico (cuando estire 2 a 5 cm longitudinalmente). Después de aplica la siguientes formulas.

### **I.P= Limite Liquido - Limite Plástico**

$$Pw_{LP} = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

$$Pw_{LL} = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

## **IV. Resultados y Discusiones**

### **4.1.1 Localización Geográfica**

El presente trabajo se realizó en tres Zonas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el municipio de Buena Vista, Saltillo, Coahuila, para su análisis se muestrearon tres parcelas diferentes denominadas: el bajío ubicado al par de las vías del tren cuyas coordenadas geográficas son Latitud Norte 25° 23' Longitud Oeste 101° 00' y con una altura sobre el nivel del mar de 1743 m;

la cual se tuvo un índice de pedregosidad de en este sitio de 68%, una cobertura de vegetación de 85% y a una profundidad de trabajo de 23 cm. Frente la biblioteca cuyas coordenadas geográficas son Latitud Norte 25° 22' Longitud Oeste 101° 01' y una altura sobre el nivel del mar de 1789 m; con un índice de pedregosidad de 62% y una cobertura vegetal de 89% a una profundidad de 24.5cm. el otro es frente al gimnasio de la universidad con coordenadas geográficas son Latitud Norte 25° 22' Longitud Oeste 101° 01' y una altura sobre el nivel del mar de 1789 m; se tuvo un índice de pedregosidad de 63%, con una cobertura vegetal de 75% a una profundidad de trabajo de 21cm.

#### **4.1.2 Característica del Área Experimental**

De acuerdo con la clasificación de Copen, el clima de Buena Vista es “Bsohw” que significa muy árido, semicalido, con régimen de lluvias de verano e invierno, siendo en junio el mes mas lluvioso. La temperatura media anual es de 19.8 °c con una oscilación de 10.4 °c.

Los meses mas cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°c y durante enero y diciembre se registran las temperaturas mas bajas hasta de 10 °c bajo cero, con heladas regulares en febrero. La precipitación media anual es de 455 mm. Los vientos predominantes tienen una dirección noroeste, con velocidades de 22.5Km/hr (González, 1999).

#### **4.1.3 Condiciones Climáticas Durante el Tiempo de Análisis**

Durante el periodo de los meses noviembre a diciembre 2005 se llevo acabo los análisis donde la temperatura media para el mes de noviembre fue de 14.4<sup>0</sup>c y 14.8<sup>0</sup>c, la mínima extrema 0<sup>0</sup>c y -1.8<sup>0</sup>c y la máxima extrema 28<sup>0</sup>c y 27.9<sup>0</sup>c, la precipitación pluvial en este mes 9 y 0mm. Para el mes de diciembre la temperatura media es 12.1<sup>0</sup>c y 12.3<sup>0</sup>c, la temperatura máxima extrema 27<sup>0</sup>c y 27.5<sup>0</sup>c, la mínima extrema -1<sup>0</sup>c y -0.8<sup>0</sup>c y en este mes no se presento el evento de precipitación pluvial.

**CUADRO No.2 COMPARACION DE RESULTADOS (BAJÍO)**

	C.C	PMP	Da	Ds	CE	K	PW <sub>LL</sub>	PW <sub>LP</sub>	I.P
	%	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	ms/cm <sup>3</sup>	Cm/hr	%	%	%
Testigo	18.89	10.27	1.16	2.5	3.86	0.00036	33.91	22.19	11.72
Arado de rejas	20.27	11.02	1.47	3.02	2.05	0.0171	37.06	17.40	12.98

## **4.2 Caracterización del Sitio de Evaluación en Campo**

### **4.2.1 Textura del suelo**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelo en el laboratorio, la textura es la siguiente: **Franco arcilloso**

### **4.2.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente**



En el lugar del bajío que fue la zona de experimentación la capacidad de campo del testigo era 18.89% y después de haber pasado el implemento fue de 20.27%, teniendo un aumento de 1.38% este suelo tiene una buena capacidad de campo esta arriba de los 15 bar y las plantas aprovechan mas el agua. El punto de marchites permanente (PMP) del testigo fue de 10.27% y al pasar el implemento fue de 11.02 teniendo un aumento de 0.75% tiene un buen nivel de PMP lo que por ende aumenta la humedad disponible para las plantas.

#### **4.2.3 Densidad aparente y densidad de sólidos**

La densidad aparente en el lugar del bajío el testigo tenia  $1.16 \text{ g/cm}^3$  antes de pasar el implemento y la muestra  $1.47 \text{ g/cm}^3$  teniendo un aumento de  $0.31 \text{ g/cm}^3$  por lo que se puede resumir que el arado de rejas no tiene una marcada influencia en este sentido, la densidad de sólidos el testigo antes de pasar el implemento tenia un valor de  $2.5 \text{ g/cm}^3$  y la muestra  $3.02 \text{ g/cm}^3$  suelo hubo un aumento de  $0.52 \text{ g/cm}^3$ .

#### **4.2.4 Conductividad Eléctrica**

En lugar estudiado el testigo presento una conductividad eléctrica antes de pasar el arado de rejas de  $3.86 \text{ ms/cm}^3$  y después la muestra presento una conductividad eléctrica de  $2.05 \text{ ms/cm}^3$  teniendo una disminución de  $1.81 \text{ ms/cm}^3$  lo que significa que paso de un suelo medianamente salino aun suelo ligeramente salino donde prosperan todo los cultivos.

#### **4.2.5 Conductividad Hidráulica**

La conductividad hidráulica en este suelo del bajío para el testigo es de  $0.00036 \text{ cm/hr}$  y después de haber pasado el arado de rejas presenta un valor de  $0.0171 \text{ cm/hr}$ , teniendo un aumento del 0.017% valor muy pequeño pero que influye mucho en la rapidez con que el agua se mueve en el suelo y la cual mostró una capacidad de conducción de agua muy lenta.

#### 4.2.6 Índice de Plasticidad

El terreno del bajío el testigo presentaba 11.72% antes de pasar el arado de rejas y después de pasar el implemento la muestra tenía 12.98% teniendo un aumento 1.26% en su consistencia y a su capacidad a ser moldeado o deformado rápidamente.

**Cuadro No.3 Comparación de Resultados (Frente Biblioteca)**

	<b>CC</b>	<b>PMP</b>	<b>Da</b>	<b>Ds</b>	<b>CE</b>	<b>K</b>	<b>P<sub>wLL</sub></b>	<b>P<sub>wLP</sub></b>	<b>I.P</b>
	%	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	ms/cm <sup>3</sup>	Cm/hr	%	%	%
Testigo	23.81	12.94	1.41	2.5	0.72	0.00038	38.60	33.08	5.52
Arado de rejas	23.526	12.78	1.173	2.86	0.573	0.0259	45.69	33.31	12.38

#### 4.3.1 Textura del suelo

El tipo de suelo estudiado presenta un textura **franco**, lo que significa que es un suelo que generalmente presenta la misma porción de las tres fracciones (arena, limo, arcilla) por lo que es medianamente permeable.

#### 4.3.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente

En caso contrario del suelo del bajío, este suelo de frente de la biblioteca el testigo tenía una capacidad de campo de 23.81% antes de pasar el arado de rejas y después la muestra presenta de 23.52% teniendo una disminución poco significativo de 0.28% pero tiene buena capacidad de campo porque esta arriba de los 15 bars.

Igual en el punto de marchites permanente presentaron semejanzas en la características teniendo un aumento poco significativo de un 0.16% por lo que influye en el contenido de humedad y disponibilidad del agua en el suelo.

#### **4.3.3 Densidad Aparente y Densidad de Sólidos**

La densidad aparente en este tipo de suelo el testigo presento  $1.41 \text{ g/cm}^3$  y  $1.17 \text{ g/cm}^3$  después de haber pasado el implemento teniendo una disminución del  $0.24 \text{ g/cm}^3$  que puede ser por la cantidad de materia orgánica y cantidad de poros en el suelo; la densidad de sólidos aumento en un  $0.36 \text{ g/cm}^3$  de un valor del testigo de  $2.5 \text{ g/cm}^3$  y después de pasar el implemento de  $2.86 \text{ g/cm}^3$  la cual el suelo esta compuesto principalmente de arcilla montmorillonita.

#### **4.3.4 Conductividad Eléctrica**

En cuanto la conductividad eléctrica en este sitio el testigo presento un  $0.72 \text{ ms/cm}^3$  y después de haber pasado el arado de rejas tuvo  $0.57 \text{ ms/cm}^3$  teniendo una disminución de  $0.25 \text{ ms/cm}^3$  lo cual se ve que en este tipo de suelo el implemento no afecta en una forma exagerada las sales del suelo y por lo tanto prosperan todos los cultivos.

#### **4.3.5 Conductividad Hidráulica**

La conductividad hidráulica en este sitio al igual que en los otros suelos estudiados presenta un aumento, teniendo el testigo un valor de 0.00038 cm/hr y después de pasar el implemento arroja un valor de 0.026 cm/hr, este suelo presenta un aumento de 0.025cm/hr la cual el movimiento del agua es muy lenta.

#### **4.3.6 Índice de Plasticidad**

El índice de plasticidad al igual que en el suelo del bajío presento un aumento de 6.86% teniendo el testigo antes de pasar el arado de rejas de 5.52% y después de haber pasado el implemento tuvo un 12.38% la cual representa un nivel de consistencia bastante considerable tomando en cuenta las características que presenta el suelo.

**Cuadro No.4 Comparación de Resultados (Frente Gimnasio)**

	<b>CC</b>	<b>PMP</b>	<b>Da</b>	<b>Ds</b>	<b>CE</b>	<b>K</b>	<b>P<sub>wLL</sub></b>	<b>P<sub>wLP</sub></b>	<b>I.P</b>
	%	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	ms/cm <sup>3</sup>	Cm/hr	%	%	%
Testigo	24.42	13.27	1.14	4.00	0.43	0.0181	49.51	36.52	12.99
Arado de rejas	22.11	12.013	1.263	2.74	0.636	0.0313	43.017	30.09	12.926

#### **4.4.1 Textura del suelo**

Al igual que el suelo estudiado anteriormente este presenta una estructura **franco** lo que quiere decir que en este tipo de suelo presenta las mismas porciones de los minerales primarios como es limo, arcilla arena.

#### **4.4.2 Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente**

Al igual que en tipo de suelo estudiado anteriormente, presenta una disminución en la capacidad de campo de 0.28% teniendo como testigo un 24.42% antes de pasar el arado de rejas y después de pasar el implemento de un 22.11%, y un punto de marchites permanente del testigo de 13.27 antes de pasar el arado de rejas y después de haber pasado el implemento de un 12.01 lo que disminuye en consecuencia la humedad disponible para las plantas lo cual es bastante considerable.

#### **4.4.3 Densidad Aparente y Densidad de Sólidos**

La densidad aparente en este sitio experimental el testigo tuvo un  $1.14 \text{ g/cm}^3$  antes de haber pasado el implemento y ya que paso el arado de rejas fue de  $1.26 \text{ g/cm}^3$  teniendo un aumento muy pequeño en el de  $0.12 \text{ g/cm}^3$  esto se trafico de maquinaria en ese suelo caso contrario la densidad de sólidos presenta una disminución de  $1.26 \text{ g/cm}^3$  la cual puede tener influencia en este suelo.

#### **4.4.4 Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica frente al gimnasio en el testigo tenia  $0.43 \text{ ms/cm}^3$  y después de pasar el arado de rejas se modifico a  $0.64 \text{ ms/cm}^3$  teniendo un aumento de  $0.21 \text{ ms/cm}^3$  en el cual nos indica que el suelo sufre un aumento en las sales pero no perjudica el desarrollo de las planta o del cultivo a sembrar porque en ese rango prosperan todos los cultivos.

#### **4.4.5 Conductividad Hidráulica**

En este sitio el testigo presento  $0.0181 \text{ Cm/hr}$  antes de pasar el implemento y después de pasar el arado de rejas fue de  $0.0313 \text{ Cm/hr}$ , aumentó en un  $0.013 \text{ cm/hr}$  la cual la velocidad con que pasa el agua a través del suelo es muy lenta.

#### **4.4.6 Índice de Plasticidad**

A diferencia de los otros tipos de suelo estudiado, este suelo presenta una disminución en el índice de plasticidad de  $0.06\%$ , puesto que el testigo antes de pasar el implemento se obtuvo un  $12.99\%$  y después de pasar el arado de

rejas se tiene un valor de 12.93% la cual sufrió una modificación contraria a los otros suelo y representa un nivel considerable.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con lo resultados obtenidos en los análisis de suelo de los sitios en investigación y de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados se concluye lo siguiente:

Que los implemento agrícolas, en este caso el arado de rejas si produce cambios en las propiedades del suelo como en la densidad aparente, conductividad eléctrica, conductividad hidráulica y limites de Atterberg, en el sitio de experimentación del bajío se tiene una mejora en las condiciones físicas del suelo después de haber pasado el implemento la cual significa que en este terreno se tiene un mejor desarrollo de los cultivos.

En comparación con los resultados de los otros dos sitios de experimentación que presentan casi en todos los parámetros determinados una disminución como es en la capacidad de campo, densidad aparente, punto de marchites permanente, densidad de sólidos, la cual en estos sitios el paso de los implementos agrícolas provoca un efecto negativo para el desarrollo del cultivo.

Lo cual se recomienda hacer el menor uso posible de la maquinaria para evitar daños más severos al suelo.

“El suelo no lo hemos heredado de nuestros padres, lo tenemos prestado de nuestros hijos”, debe ser la frase que despierte nuestra conciencia para que retomemos la gran responsabilidad que tenemos de conservar este recurso que permitirá que las futuras generaciones dispongan de alimento suficiente y vivan sin la angustia de la miseria y la pobreza.

#### **LITERATURA CITADA**

- [www.ceniap.gov.ve/bdigital/monografias/compa/compac.html#DENSIDAD](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/monografias/compa/compac.html#DENSIDAD)**
- Domínguez, F.R .2005. Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos.**
- [www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2000/jul-ago/art-1.pdf](http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2000/jul-ago/art-1.pdf)**
- [www.chapingo.mx/terra/contenido/19/1/art67-74pdf](http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/1/art67-74pdf)**
- [http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/REVIO\(3\)/2%Efecto%20de%/6%20labranzapdf](http://pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/REVIO(3)/2%Efecto%20de%/6%20labranzapdf).**
- [http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16\(3\)/2,%Efecto%20diferentes%20especies.pdf](http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16(3)/2,%Efecto%20diferentes%20especies.pdf).**
- Pérez A. J. 2003. Evaluación del desempeño y resultados tecnológicos del multiarado en dos tipos de suelos de zonas semiáridas. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México pp. 2-13**
- Gavande S.A. Física de suelos (principios y aplicación), Reimpresión1979. Editorial Trillas, México.**
- FAO”Agricultura de conservación, unión producción con sostenibilidad”(Documento Web).s/f**



[http://www.fao.org/waicent/faoinfo/Agricult/AGSE/Agse\\_s/general/OBJECT.htm](http://www.fao.org/waicent/faoinfo/Agricult/AGSE/Agse_s/general/OBJECT.htm)

**Baver L.D; Gardner W. H; Gardner W. R. Física de suelos. Primera Edición en Español 1980. Editorial Unión Topografía Hispano-Americana S.A.de.C.V.**

**FAO” Manual de practicas integradas de manejo de conservación de suelo”. (Texto del manual).s/f**

[http://www.fao.org/ag/ags/AGSE\\_s/7mo/iita/iita.htm](http://www.fao.org/ag/ags/AGSE_s/7mo/iita/iita.htm)

**Narro F. E. Física de Suelos con Enfoque Agrícola. Primera Edición 1994. Editorial Trillas, México.**

**Domínguez L.R. 2005. Evaluación de sistemas de labranza para la conservación de humedad y energía en zonas semiáridas. Tesis de maestría. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 41-54**

**Hammond B. H. Elementos de Conservación de Suelos. Primera Edición. En español 1965. Fondo de Cultura Económica. México pp136-137**

**Maza M. S. 2003. Evaluación del gasto de energía y retención de humedad a diferentes tasa después de una labor de Cinceleo. Tesis de licenciatura. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 19**

**Papadakis J. El suelo. Editorial Albatrol. Argentina 1980. Pp128-131**

<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/ln/hoy68/formasdelabranza.htm>

