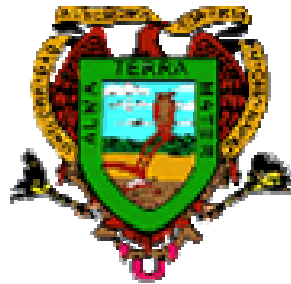


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**RESULTADOS DE LA LABRANZA TRADICIONAL SOBRE TRES TIPOS DE
SUELOS DE USO AGRÍCOLA**

Por:

SERGIO ANTONIO NAVARRO MÉNDEZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO AGRICOLA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA

Resultados de la labranza tradicional sobre tres tipos de suelos de uso agrícola

Por:

Sergio Antonio Navarro Méndez

T E S I S

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial

para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO AGRICOLA

Aprobado

Presidente del jurado

M.C. Ramiro Luna Montoya

Sinodal

Sinodal

Ing. Rosendo González Garza

Ing. José Juan de Valle Treviño

Coordinador de la división de ingeniería

Dr. Javier de Jesús Cortes Bracho

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2006

AGRADECIMIENTOS

Al señor todo poderoso por darme la vida y la oportunidad de vivirla y que hoy comparto al lado de una gente buena y generosa. . . . Gracias por las bendiciones que he recibido.

A la Virgen de Guadalupe por haberme escuchado todas mis plegarias para poder llegar donde ahora estoy, y por el largo camino que me queda por recorrer por eso y muchas cosas más. . . . Gracias.

A mi inolvidable ALMA TERRA MATER por haberme dado la oportunidad de estudiar en sus aulas, darme asistencia en su comedor e internado y de alcanzar una meta tan importante en la vida, siempre estaré en deuda por todo lo que la universidad me ha dado.

Agradezco principalmente a mis asesores de tesis:

Porque me enseñaron a ver

Donde los demás no ven,

Porque me enseñaron a caminar

Donde los demás dudan en caminar,

Porque me dieron seguridad al sembrar

Porque hoy cosecho lo que me enseñaron,

Porque hoy el agradecimiento es poco

A quien un día la vida les brindo la gracia de ser lo que son

Al M.C. Ramiro Luna Montoya por todas las atenciones prestadas y confianza que deposito en mí, al aceptarme en la investigación de este proyecto.

Al M.C. Rene Félix Domínguez López por su apoyo y recomendaciones en la realización de este proyecto.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza por su asesoría y facilidades para el empleo del equipo de suelos.

Al M.C. Héctor Uriel Serna Fernández por todos los consejos y la ayuda incondicional de su persona, por preocuparse de que adquiriéramos los conocimientos necesarios durante la estancia en el Departamento de Maquinaria Agrícola.

Al Ing. Rosendo González Garza por su colaboración en la realización de las prácticas con la maquinaria y equipo agrícola.

Al Ing. Juan de Valle Treviño por las asesorías que nos brindó para la realización de este proyecto

A todos mis compañeros de generación. Aron González, Esteban de la Rosa, David Mejía, José Luis Figueroa, Fidel Álvarez, Henry Álvarez, Cirilo Zantiz, Julio C.

*Arrellanes, Mario A. Méndez, Enrique Porras, Benjamín Palmas, Carlos Hernández,
Yoni del Carmen, Cesar Barbosa, Neftalí Cuervo, José A. Espinosa, Rudy A. Gamboa,
Santos Rolando, Ásala Ramos, Gerardo M. Gordillo,*

DEDICATORIA

Con mucho amor, cariño, respeto y orgullo a mis padres.

Sra. Maria del Carmen Méndez Gómez

Le agradezco madre por el gran amor que he recibido, sus cuidados y preocupaciones sin importar las decisiones que he tomado en mi vida, siempre ha confiado en mí y me ha apoyado en todos los aspectos de la vida y por esto le dedico este trabajo con cariño, admiración y respeto.

Al Sr. Antonio Romeo Navarro Hernández

Gracias padre por el ejemplo de trabajo, honradez y disciplina que siempre inculcaste en mi y gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de mis meta, la cual constituye la herencia mas valiosa que pueda recibir.

Como testimonio de cariño y eterno agradecimiento por mi existencia, valores morales y formación profesional. Porque si escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y porque nunca podré pagar todos sus desvelos ni a un con las riquezas mas grandes del mundo.

Por lo que soy y por todo el tiempo que les robe pensando en mi...gracias con amor y respeto a mis Abuelos.

Sra. Florida Hernández Álvarez

Gracias por haberme cuidado desde que era un niño, por haberme brindado su apoyo, su tiempo, sus corajes y sus desvelos, por haber depositado su confianza en mí y haber creído que era capaz de realizar mis sueños. Nunca hallare nada con lo cual pueda recompensar todos sus sacrificios y sufrimientos, gracias Abuela.

Al Sr. Humberto Navarro Gómez

Quien en este momento no se encuentra a mi lado, se que donde este el se sentirá orgulloso de mi, te extraño Abuelo. Que dios te cuide.

A mi tía Marisela

A ti también te doy gracias por haberme cuidado desde que era un niño, por haberme dado amor, cariño y sobre todo su tiempo y su confianza que deposito en mi, gracias por haberme cuidado como un hijo te lo estaré agradecido toda la vida. Te amo tía.

A mis hermanas tíos, tías, primos

Por sus consejos, apoyo, motivación y sus buenos deseos hacia mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	VI
ÍNDICE DE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS.....	X
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Hipótesis.....	5
II. REVISION DE LITERATURA.....	6
2.1 Objetivos de la maquinaria agrícola.....	6
2.2 Manejo del suelo con implementos agrícolas.....	7
2.3 Tipos de labranzas.....	9
2.4 Generalidades del laboreo de suelos para la producción agrícola.....	12
2.5 Efectos de la labranza sobre las características físicas de los suelos.....	14
2.6 Causas de la degradación de suelos.....	15
2.7 Principales características físicas afectadas por la labranza.....	15
2.8 Propiedades mecánicas de los suelos agrícolas.....	18
2.9 Características de los arados de discos.....	19
2.10 Tipos de arados de discos.....	20
2.11 Componentes y su misión.....	21

2.12 Regulaciones.....	22
2.13 Trabajo que realiza el arado de discos.....	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1 Fuente de potencia.....	25
3.2 Implemento.....	26
3.2.1 Especificaciones.....	26
3.3 Laboratorio.....	27
3.4 Metodología utilizada.....	27
3.4.1 Determinación de la textura.....	27
3.4.2 Densidad aparente.....	29
3.4.3 Densidad de sólidos.....	30
3.4.4 Capacidad de campo y PMP.....	31
3.4.5 Conductividad eléctrica.....	31
3.4.6 Conductividad hidráulica.....	32
3.4.7 Índice de plasticidad.....	33
3.4.8 Contenido de humedad del suelo.....	34
3.4.9 Cobertura vegetal.....	35
3.4.10 Índice de pedregosidad.....	36
3.4.11 Profundidad de trabajo.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Área experimental.....	38
4.2 Localización del área experimental.....	38
4.3 Resultados obtenidos en terrenos de Km. 6.5.....	39
4.4 Resultados obtenidos en terrenos del bajo.....	41

4.5 Resultados obtenidos en terrenos de biblioteca.....	43
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
VI. BIBLIOGRAFIA.....	47

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Tractor	25
Fig. 2 Implemento	26
Fig. 3 Determinación de la cobertura vegetal	35
Fig. 4 Determinación del índice de pedregosidad	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de comparación del terreno Km. 6	39
Tabla 2. Datos de comparación del terreno del bajío	41
Tabla 3. Datos de comparación del terreno biblioteca	43

ANEXOS

ANEXO 1	50
---------	----

I.-INTRODUCCION

Agricultura en las Zonas Áridas

Las zonas áridas cubren aproximadamente el 33 por ciento de la superficie de nuestro planeta y se caracterizan principalmente por una precipitación pluvial anual muy baja, de entre 0 y 600 mm, temperaturas generalmente altas de hasta 47 grados centígrados y una elevada evaporación de hasta 4000 mm al año (Kingsford, 1996)

Para el territorio mexicano, las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas ocupan el 53.94 por ciento del país (CONAZA, 2002), la precipitación media anual es de 300 a 400 mm (INEGI, 2002), y se caracterizan porque su cubierta vegetal es menor al 70 por ciento, predominando las especies xerófitas (Estrada-Berg et al, 1999), donde viven aproximadamente 8.5 millones de personas en comunidades rurales, (CONAZA, 2002). La agricultura de las regiones comprendidas dentro de las zonas áridas y semiárida, como lo son; Coahuila, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luís Potosí.

La agricultura ha tenido un papel primordial, dando origen a la evolución de la agricultura que se ha dado en forma lenta. En el país en el que estamos los estudios de labranza se les ha dado poca importancia lo que ocasiona pérdidas por erosión de los terrenos agrícolas en una forma severa, esto por la razón de

un uso inadecuado de la maquinaria agrícola y falta de conocimiento acerca del comportamiento físico del suelo y su reacción al paso de los implementos.

Varios investigadores están realizando estudios para encontrar un sistema de labranza de acuerdo a las características de cada suelo al menor costo. Una gran parte de la agricultura es de temporal y es muy común el tratamiento de “Labranza Convencional”, sin tomar en consideración el deterioro de las propiedades físicas y las pérdidas por erosión al existir una desestabilización de los agregados del suelo, como es caso del sur de Coahuila.

El laboreo en la agricultura comprende las manipulaciones mecánicas a que se someten los suelos para mejorarlos en provecho del cultivo, a este conjunto de labores se le denomina “Sistema de Labranza”, siendo diferentes en cada región y atendiendo a las características propias de cada suelo.

Centros de investigación se han preocupado por efficientar estos sistemas de labranza, tanto como para hacer producir más a las tierras como para conservarlas en buen estado de fertilidad.

Las actividades llevadas a cabo por estos sistemas de la labranza influyen en una forma directa sobre las características propias de los suelos y principalmente las propiedades físicas, tales como el contenido de humedad, estructura, permeabilidad, plasticidad, densidad aparente, densidad de sólidos, temperatura del suelo, entre otros.

Las modificaciones físicas más importantes, causadas por la labranza dependiendo de las condiciones antes expuestas son: retención de humedad, velocidad de infiltración, estructura, compactación, densidad aparente, temperatura del suelo, encostramiento superficial, permeabilidad, crecimiento radical y friabilidad o consistencia.

Los suelos cambian constantemente de un lugar a otro, de acuerdo a las condiciones climáticas, material madre, vegetación existente, contenido de materia orgánica, etc., por lo que a cada suelo se le debe dar un tratamiento diferente, de acuerdo a las características de cada cultivo para obtener las condiciones óptimas de crecimiento sin afectar las propiedades físicas más importante del suelo. Los intentos por cambiar algunos aspectos importantes del ambiente físico del suelo no son nuevos. Por miles de años han sido conocidas prácticas, tales como irrigación, inducción del escurrimiento y labranza del suelo. El ambiente físico del suelo puede mejorarse de un gran número de formas; siendo una de ellas la labranza.

Así actualmente es necesario un sitio exacto y específico proporcionado por un sistema de rápida información que pueda ser de inmediato actualizado en su clima, programación de cultivos o cambios en las condiciones económicas, por la naturaleza compleja y dinámica del sistema y del amplio número de variables que deben ser consideradas, es necesario organizar y en forma sistemática y cuantitativa.

Para llegar a elaborar un modelo de producción agrícola se requiere de una correlación entre los factores que intervienen en ella. Se debe iniciar a organizar el conocimiento acerca de la labranza en una red sistemática de información que auxilie a los investigadores y ayude a los campesinos en la elaboración de sus decisiones de producción.

En general, cada operación de labranza produce cambios uniformes sobre las propiedades físicas del suelo.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, específicamente en la parte Noreste del bajío denominada huerta de los olivos, se realizó también en la parte oriente de la Universidad frente a la biblioteca y por último en el kilómetro 6.7 a un lado de la carretera de la calzada Antonio Narro

1.1 Objetivos

- ❖ Los implementos, específicamente el arado modifica la dinámica del agua, el aire y otras propiedades físicas.
- ❖ Cuantificar las modificaciones hechas por el arado a las diferentes propiedades físicas de los tres lugares estudiados

1.2 Hipótesis

- ❖ El arado de discos deja en condiciones optimas el suelo y por lo tanto mejora las propiedades físicas del suelo

II.- REVISIONE DE LITERATURA

2.1 objetivos de la maquinaria agrícola.

De acuerdo a Hunt (1983), el objetivo principal de una maquina para la preparación de la cama de siembra es la reducción de las partículas del suelo a un tamaño que:

* establecerá, por medio de la compactación apropiada, un contacto estrecho alrededor de la semilla sembrada, para fomentar el movimiento de la humedad dentro de la semilla.

*renga suficiente porosidad del suelo para drenar el agua libre y permitir el movimiento a través del suelo una superficie escabrosa que se seque con rapidez provocando que no germinen semillas de malezas.

Otros objetivos son:

*crear un estado nivelado, uniforme y libre de desperdicios para las operaciones subsecuentes de las maquinas.

*matar las pequeñas malezas que puedan haber germinado a partir de las operaciones de labranza anteriores (Hunt, 1983).

Según Hunt 1983, debe de ser considerado el manejo de la fuente de potencia. Si bien las maquinas de campo necesitan potencia para realizar su trabajo, la fuente, el tipo y el mecanismo de la fuerza motriz carecieron de importancia mientras no interfirieron con su funcionamiento. No obstante, en muchas operaciones el costo de la potencia de las maquinas se aproxima al costo de su uso; por lo tanto, el manejo eficiente de la potencia es sin discusión tan importante como el manejo eficiente de la misma.

2.2 Manejo del Suelo con Implementos para Labranza

Funciones de la Labranza:

Actualmente la investigación brinda una mejor capacidad de explicar el efecto de la labranza sobre los suelos, aunque definitivamente no todos los procesos se entienden bien. La labranza es una actividad que modifica la estructura de la capa superficial del suelo, sin embargo existen efectos directos e indirectos que se logran con la labranza, entre los cuales se encuentran; facilitar la producción de los cultivos, el control de malezas, acondicionar la superficie del suelo para permitir una buena irrigación y una cosecha mas fácil, además de facilitar la incorporación de materia orgánica, fertilizantes, pesticidas entre otros (Hoogmed, 1999)

La labranza de suelos en los climas semiáridos debe de cubrir los siguientes objetivos:

- ❖ Captación total del agua de lluvia por parte del suelo (alta infiltración y capacidad de retención de agua)
- ❖ Reducción de la evaporación
- ❖ Control de malas hierbas (las malas hierbas compiten por el agua con las plantas)
- ❖ Reducción de la velocidad de descomposición de la materia orgánica
- ❖ Control de la erosión del suelo

Los métodos requeridos para alcanzar estos objetivos difieren en algún grado para regiones con lluvias en invierno y verano (Krause et al, 1984)

La labranza del suelo se hace con el propósito de alterar sus propiedades físicas, principalmente la densidad aparente, y posibilitar a las plantas la expresión de todo su potencial. Las técnicas de labranza de suelos se utilizan a fin de proporcionar una buena cama de siembra y desarrollo de raíces, controlar las malas hierbas, manejar los residuos de los cultivos, reducir la erosión, nivelar la superficie para la plantación, riego, drenaje, trabajos culturales y operación de cosecha.

El hombre incorpora la labranza cuando intenta controlar la vegetación natural, con el fin de poder desarrollar especies de su interés. Los principales objetivos de la labranza son el control de las malas hierbas, preparación de la

cama de siembra y el acondicionamiento de las propiedades físicas del suelo (FAO^b, 2003).

Figueroa y Morales (1992) definen a la labranza como cualquier manipulación mecánica del suelo, que permita proporcionar y mantener condiciones óptimas para la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas.

Para Ortiz (1995) el laboreo del terreno es el conjunto de operaciones realizadas con equipos mecánicos, encaminadas a conseguir un mejor desarrollo de las semillas y de las plantas cultivadas.

Por su parte, FIRA (1999) define a la labranza como una manipulación física del suelo para optimizar la germinación, emergencia de la semilla y establecimiento de las plantas.

2.3 Tipos de Labranza

Existen diversos tipos de labranza como lo son la labranza convencional y la labranza de conservación.

2.3.1 Labranza convencional

La labranza convencional involucra la inversión del suelo, normalmente con el arado de vertedera o el arado de discos como labranza primaria, seguida por

labranzas secundarias con la rastra de discos. El propósito principal de la labranza primaria es controlar las malezas por medio de su enterramiento, y el objetivo principal de la labranza secundaria es desmenuzar los agregados y crear una cama de siembra. La característica negativa de este sistema es que el suelo le falta una protección de rastrojos y queda casi desnudo, por lo tanto es susceptible a las pérdidas de suelo y agua debido a los procesos de erosión (FAO ^a, 2003)

En este sistema de labranza la secuencia de operaciones desarrollada para producir una cosecha se puede separar en labranza primaria y labranza secundaria (New Holland, 2001)

2.3.2 Labranza primaria

Generalmente en este tipo de labranza se realiza un trabajo profundo que afloja y fractura el suelo, reduciendo la densidad aparente de este, arrastrando o mezclando residuos y fertilizantes a la capa de suelo labrada, los implementos usados para este tipo de labranza incluyen entre otros los arados de discos o rejas, rastras pesadas, subsuelo y rotocultivadores para trabajo pesado.

2.3.3 Labranza secundaria

Esta se utiliza para matar la hierba, cortar y cubrir los residuos vegetales, así como para preparar una cama de semilla bien pulverizada, en este sistema los implementos utilizados pueden ser rastras, cultivadoras rotativas, rotocultivadoras, formadores de cama para semilla, así como combinaciones entre ellos.

2.3.4 Labranza de conservación

La labranza de conservación se define como cualquier consecuencia de labranzas que reduce las pérdidas del suelo y agua en comparación con las de la labranza convencional, además este sistema debe de mantener al menos 30 por ciento de la superficie del suelo cubierta con residuos.

La labranza de conservación intenta conservar, mejorar y realizar un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo y el agua. Esta labranza trata de mantener una capa orgánica de suelo permanente o semipermanente. Esta se forma con plantas muertas; la función de esta capa es proteger físicamente al suelo del sol, la lluvia y el viento (FAO ^a, 2003).

Dentro de la labranza de conservación se encuentra la labranza vertical la cual se refiere a un sistema donde toda la tierra esta preparada con implementos que no invierten el suelo y causan poca compactación.

Por lo tanto, el suelo queda normalmente con una buena cobertura de rastrojo de más de 30 por ciento sobre la superficie. Además del multirado los implementos más comúnmente utilizados son el arado de cincel, la cultivadora de campo y el vibrocultivador.

La principal característica de la labranza vertical es que utiliza brazos o flejes equipados con puntas en lugar de discos cóncavos para aflojar el suelo sin invertirlo, dejando en la superficie una cobertura protectora formada por los residuos del cultivo anterior y por las malezas arrancadas.

La labranza vertical sostiene mejor la productividad de los suelos debido a la presencia de los rastrojos en la superficie que protegen el suelo contra los procesos de erosión. Esta cobertura de rastrojos también impide la formación de costras superficiales que pueden provocar una baja emergencia de las plantas (FAO^b, 2003)

2.4 Generalidades del laboreo de suelos para la producción agrícola.

Desde hace más de 6000 años la agricultura se basó en el laboreo del suelo como método tradicional. El origen de la siembra directa se puede ubicar en los años 30 cuando en EE.UU. Tuvieron problemas con la erosión eólica y un poco tarde los trabajos realizados por Ellison en (1944) dieron a demostrar que la erosión hídrica del suelo es provocada principalmente por la energía que

traen las gotas de lluvia al chocar con la superficie del suelo y roturar los agregados estructurales acompañado por el escurrimiento asociado con la lluvia. (Shear, 1985)

En México durante la era prehispánica, la labranza estaba basada en la conservación del suelo contra la erosión y pérdida de fertilidad. Donde se utilizaba principalmente el sistema rosa-tumba-quema donde el terreno se dejaba descansar de 16-25 años para recuperar su fertilidad. En la actualidad los periodos de descanso se han reducido grandemente, provocando una pérdida de las características físico-químicas del suelo. Cuando llegaron los españoles se trajo a México las técnicas europeas de la labranza del suelo. Como el uso del arado egipcio y rastras pesadas, además mazos para romper los terrones grandes; instrumentos que evolucionaron día a día para tener una mejor preparación del suelo, pero aumentaron la erosión por el viento y agua.(Figueroa et, al,1992).

Los primeros trabajos que se realizaron en México sobre la labranza de conservación se establecieron en 1975 por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT (Kocher, F 1993).

En 1987, en el estado de Jalisco, se establecieron los primeros trabajos de siembra de maíz de temporal en labranza cero a nivel predio, donde utilizaron el prototipo de sembradoras de cero labranzas fabricadas en Tulancingo Hgo. (FIRA, 1996).

2.5 Efecto de la labranza sobre las características físicas del suelo

Los sistemas de cultivo, que son definidos por el conjunto de los sistemas de labranza y de manejo de los cultivos y de sus residuos, tienen una influencia importante en las propiedades físicas del suelo. En gran parte, el tipo y la magnitud de esta influencia dependen de la labranza del suelo.

La labranza del suelo es hecha con el propósito de alterar sus propiedades físicas y posibilitar a las plantas la expresión de todo su potencial. Las técnicas de labranza del suelo son utilizadas a fin de proporcionar una buena sementera y desarrollo de raíces, controlar malas hierbas, manejar los residuos de los cultivos, reducir la erosión, nivelar la superficie para el plantío, riego, drenaje, trabajos culturales y operaciones de cosecha e incorporar fertilizantes o pesticidas. La labranza incorrecta del suelo, causada por la falta de conocimiento de los objetivos y de las limitaciones de las técnicas de labranza, puede resultar negativa para el mismo. La labranza incorrecta del suelo es una de las causas de la erosión y de la degradación física del suelo.

La degradación física del suelo puede ser definida como la pérdida de la calidad de la estructura del suelo. Esa degradación estructural puede ser observada tanto en la superficie, con el surgimiento de finas costras, como bajo la capa arada, donde surgen capas compactadas. Con esa degradación, las tasas de infiltración de agua en el suelo se reducen, mientras las tasas de escorrentía y de erosión aumentan (FAO, 2005).

2.6 Causas de la degradación física de suelos.

Las principales causas de la degradación de las características físicas del suelo son:

*cobertura inadecuada de la superficie del suelo, que expone los agregados de la superficie del suelo a la acción de lluvias; como consecuencia ocurre el colapso estructural de estos agregados, formándose costras con espesor medio de un milímetro que reducen drásticamente la infiltración de agua.

*excesiva labranza y/o labranza con humedad inadecuada: la labranza en exceso y superficial lleva a la rotura de los agregados, favoreciendo la formación de costras, escurrimiento y el transporte de partículas (erosión), la reducción de la rugosidad provocada por la labranza (FAO, 2005).

2.7 Principales características físicas afectadas por la labranza

La pérdida de la calidad física de un suelo puede ser evaluada por la alteración de algunas de las más importantes características físicas del suelo, tales como la densidad, la porosidad, la distribución del tamaño de poros, la estructura y la tasa de infiltración de agua en el suelo.

2.7.1 Densidad y porosidad del suelo:

Los suelos poseen naturalmente diferentes densidades debido a variaciones de la textura, de la porosidad y del contenido de materia orgánica. Brady (1974) cita que suelos arenosos poseen una densidad del suelo de 1,20 a 1,80 g/cm³ y una porosidad de 35 a 50%, mientras que suelos arcillosos poseen una densidad de 1,00 a 1,60 g/cm³ y una porosidad de 40 a 60%. Sin embargo la densidad y la porosidad del suelo son características que pueden variar en función del tipo y de la intensidad de labranza, siendo por eso buenos indicadores de lo adecuado de los sistemas de labranza del suelo, indicando la mayor o menor compactación que estos promueven.

Los valores adecuados de la densidad del suelo fueron definidos por Archer y Smith (1972), como aquellos que proporcionan la máxima disponibilidad de agua y por lo menos 10% de espacio de aire en un suelo sometido a una succión de 50 mb. Según esos autores, las densidades del suelo oscilan alrededor de 1,75 g/cm³ para suelos de textura arena franca, 1,50 g/cm³ para suelos franco arenosos, 1,40 g/cm³ para suelos franco limosos y 1,20 g/cm³ para franco arcillosos.

Las modificaciones de las propiedades físicas del suelo a causa de los sistemas de labranza pueden dar origen a una elevación de la densidad del suelo, una mayor resistencia a la penetración de las raíces y a una disminución en la porosidad, caracterizándose por una capa compactada abajo de la capa arada. Esa capa compactada afecta el movimiento del agua y el desarrollo del

sistema radicular por el impedimento mecánico, por la deficiencia de aireación, por la menor disponibilidad de agua y por alteraciones en el flujo de calor.

2.7.2 Estructura del suelo

La estructura del suelo está dada por la ordenación de las partículas primarias (arena, limo y arcilla) en la forma de agregados en ciertos modelos estructurales, que incluyen necesariamente el espacio poroso. Aunque no sea considerada un factor de crecimiento para las plantas, la estructura del suelo ejerce influencia en el aporte de agua y de aire a las raíces, en la disponibilidad de nutrimentos, en la penetración y desarrollo de las raíces y en el desarrollo de la macro fauna del suelo.

El tamaño y la estabilidad de los agregados pueden ser indicativos de los efectos de los sistemas de labranza y de cultivo sobre la estructura del suelo. Suelos bien agregados proporcionan mayor retención de agua, adecuada aireación, fácil penetración de raíces y buena permeabilidad.

La distribución de los tamaños de los agregados es uno de los factores importantes en el desarrollo de los cultivos. Según Larson (1964), los agregados deben ser de tamaño reducido alrededor de las semillas y raíces de plantas nuevas, con la finalidad de proporcionar una adecuada humedad y un perfecto contacto entre el suelo, la semilla y las raíces. Sin embargo, los agregados no deben ser tan pequeños al punto de favorecer la formación de costras y capas

compactadas. Para Kohnke (1968), el tamaño ideal de agregados está entre 0,50 y 2,00 mm de diámetro; agregados mayores restringen el volumen de suelo explorado por las raíces y agregados menores originan poros muy pequeños y no drenables por acción de la gravedad. La desagregación del suelo es causada por el movimiento intenso del suelo a causa de las prácticas de labranza, por la reducción del tenor de materia orgánica, por el intenso pisoteo del ganado y por el impacto de la gota de lluvia sobre la superficie desprotegida.

http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C7.htm

2.8 Propiedades mecánicas de los suelos agrícolas

Según Cañavete (1989), los suelos agrícolas son objeto de una serie de acciones por parte de los vehículos y maquinas agrícolas. Para su mejor utilización, los diseñadores y usuarios han de conocer la respuesta del suelo a todo tipo de operación mecánica en la que esté implicado a demás de las condiciones propias del mismo (tipo de suelo, pedregosidad, humedad, cobertura vegetal, etc.)

La utilización de equipos e implementos inadecuados tiene una incidencia negativa en el crecimiento y desarrollo del cultivo, consumo de energía, facilidad de erosión desgaste prematuro del equipo, tiempo de trabajo y desde luego un aumento en los costos y una disminución de la productividad entre otros factores.

2.9 Características de los arados de disco

Con el arado de disco se consigue disminuir el rozamiento entre el suelo y las partes metálicas de arado en contacto con éste, de forma que también disminuye el gasto de energía. Esto se consigue sobre todo en terrenos arenosos que provocan un desgaste rápido de las piezas al contener el suelo un elevado porcentaje de piedras.

Es un arado formado por discos con forma de casquete esférico que giran alrededor de unos ejes unidos al bastidor. Los ejes están inclinados para que la tierra cortada por el disco presione sobre este y la arrastre y eleve del suelo, al alcanzar una determinada altura la rasqueta desvía la trayectoria de las partículas y caen al fondo del surco de forma que se voltean.

Son indicados para:

- 1) Terrenos pesados y adherentes, donde " dificultad de deslizamiento o en los que se ha formado suela de labor.
- 2) Terrenos secos y duros, ya que no es fácil la penetración.
- 3) Terrenos con muchas piedras y raíces, porque el arado rueda sobre el obstáculo.
- 4) Terrenos abrasivos donde se desgastan las piezas que no sean giratorias como los discos.

<http://html.rincondelvago.com/arados-de-disco.html>

2.10 Tipos de arados de discos.

Los arados de discos pueden ser: de arrastre, semisuspendidos, suspendidos.

De arrastre: los arados de discos de arrastre pueden ser de dos tipos: normales y mixtos.

a) De arrastre normal: como su nombre lo indica, estos arados van arrastrados por el tractor. Estos arados llevan tres ruedas: dos que van por el surco y una que va por el barbecho. Además, se añaden pesos a las ruedas cuando se ara en terrenos duros para aumentar la estabilidad del arado.

b) De arrastre mixto: este tipo de arado es una combinación de un arado normal de discos y una grada de discos. Estos arados llevan el mismo bastidor, disposición de ruedas y mecanismos de regulación que los arados normales, pero se distinguen de éstos porque todos los discos van montados sobre un único eje y giran al unísono, como sucede en las gradas de discos.

Semisuspendidos: la parte delantera de éste va conectada y montada sobre el tractor, haciendo innecesarias las ruedas de barbecho y la delantera del surco. La rueda trasera se controla con por el mecanismo de dirección del tractor. Son muy compactos y de manejo sencillo por lo que puede tomar con facilidad las

curvas y alcanzar cualquier rincón. Se levantan moviendo una palanca que esta en la parte delantera del arado.

Suspendidos: se conectan al tractor con mecanismos de enganche de uno, dos o tres puntos. Se montan atrás y tiene una rueda trasera para absorber el esfuerzo lateral, algunos se montan atrás de las ruedas traseras.

<http://html.rincondelvago.com/arado-de-discos-y-rastras.html>

2.11 Componentes y su misión

El arado de discos esta compuesto de cinco principales componentes, tales como lo son: chasis, rueda timón, disco, raspador y eje transversal.

Chasis: Estructura soportante de mayor rigidez y peso que los observados en otros equipos de labranza, ya que el arado de disco es un implemento que, entre otros factores, que penetra por peso.

Rueda de timón: También llamada rueda guía o de cola y dispuesta en la parte posterior del arado, tiene por función contrarrestar o anular los desplazamientos laterales del implemento provocado por la reacción del suelo al ser invertido.

Disco: Presenta alternativas en cuanto a concavidad y diámetro siendo de uso común discos de 28 a 30 pulgadas de diámetro con lo cual se pueden realizar labores de inversión del suelo.

<http://www.unap.cl/agrodes/docencia/asignaturas/ml/maquinaria/trabajosalumnos/er/tradicional.htm>

2.12 Regulaciones

Ángulo de corte: Es el formado por la línea de avance y el diámetro horizontal del disco. Se modifica al actuar sobre el brazo soporte, lo que permite también el giro en un sentido u otro alrededor del eje vertical; así controlo también la anchura de trabajo.

Ángulo de inclinación: El formado con la vertical del plano del disco, se modifica variando la inclinación del soporte del disco en relación al brazo. A menor ángulo de inclinación mayor es la presión del suelo, mayor velocidad de giro del disco, y mayor pulverización corte y enterrado.

Regulación del enganche: El centro de resistencia se encuentra por debajo del eje que atraviesa los discos en un punto situado en la primera mitad del arado.

Regulación de la profundidad de trabajo y la inclinación horizontal. La posición del bastidor se regula en altura e inclinación horizontal según las ruedas soporte.

Regulación de la anchura de trabajo: Se hace modificando el ángulo de corte o añadiendo y quitando discos.

<http://www.unap.cl/agrodes/docencia/asignaturas/ml/maquinaria/trabajosalumnos/er/tradicional.htm>

2.13 trabajo que realiza el arado de discos

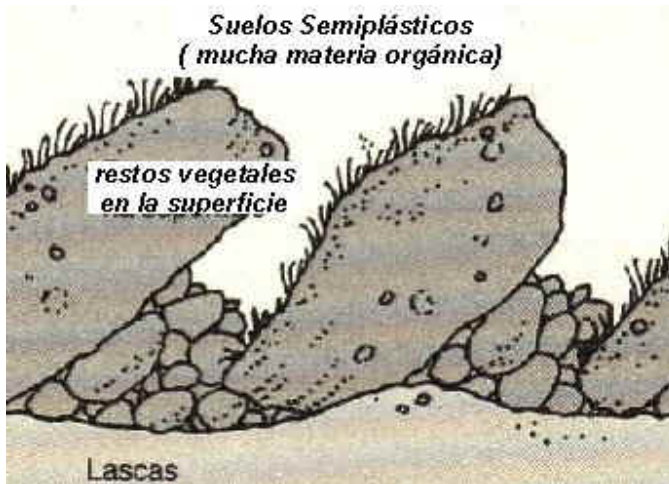
El pan de tierra es cortado por los bordes del disco y es desplazado hacia el costado cuando el disco gira. La parte debajo del pan de tierra se desplaza para el costado y queda poco pulverizado (suelos duros y friables, o va hacia arriba y cae lateralmente en forma de grandes lascas - suelos semiplásticos).

La parte superior del pan de tierra es levantada por el disco y devuelta al suelo quedando pulverizada, el suelo es hendido a lo largo del disco quedando fragmentado y pulverizado.



¿Cómo deja el suelo? El resultado depende de la consistencia del suelo

Suelos Semiplásticos (con mucha materia orgánica): restos vegetales en la superficie, poco o ningún terrón pequeño, tierra fina.



Suelos Duros y Friables: restos vegetales, pulverización importante de la superficie. Base de trabajo menos pulverizada



http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos_Maquinas.htm

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo empleado para el desarrollo de este trabajo se menciona a continuación

3.1 Fuente de Potencia: Tractor



fig. 1 tractor 5010 4wd.

New Holland 5010 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
- ❖ Potencia a la barra de tiro de 46 hp

3.2 implemento

Arado de 3 discos reversible hidráulico arhk-3



Fig. 2 arado de discos

3.2.1 Especificaciones:

- ❖ Enganche de tres puntos categoría II
- ❖ Bastidor tipo integral
- ❖ Reversión o cambio semiautomático por gravedad, mediante palanca de cambios, opcional en modelo arhk-3
- ❖ Reversión o cambio hidráulico mediante cilindro hidráulico de 3" x 8"
- ❖ Enfrentamiento ajustable de los discos mediante palanca de control

- ❖ Ancho de corte de 30 pulgadas
- ❖ Profundidad de corte de 10 a 14 pulgadas
- ❖ Peso total de 530 kilogramos

3.3 Localización del laboratorio

Los análisis de los suelos fueron llevadas acabo en el laboratorio de física de suelos del departamento de ciencias del suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.4 Metodología utilizada

A continuación se describen los parámetros que se midieron, la metodología empleada y los procedimientos que se utilizaron para los análisis de los suelos.

3.4.1 Determinación de la textura

(Método de bouyoucus)

Materiales que se utilizaron:

- Suelo seco a la estufa
- Báscula

- Agua
- Mezclador eléctrico
- Agitador de varilla
- Vaso agitador para el mezclador eléctrico
- Probeta de 1000 mm
- Hidrómetro
- Termómetro
- Dispersante (hexametáfosfato de sodio)

Procedimiento

Se pesan 40 gr de suelo seco a la estufa y se depositan en el vaso, posteriormente se agregan 50 ml de solución dispersora, agréguese agua hasta llegar a la segunda marca del vaso, posteriormente se coloca la muestra en el agitador por 5 minutos aproximadamente.

Se vacía la suspensión a la probeta de 100 ml, con mucho cuidado de que no se mezcle en el vaso, si esto sucede agregue con la pipeta agua hasta dejar libre de partículas de suelo el vaso. Posteriormente se afora con agua hasta la marca de 100ml.

Agite cuidadosamente la mezcla usando la varilla mas o menos por 1 minuto, al sacar la varilla, introducir el hidrometro y tomar su primera lectura a los 40

segundos. Tomar la temperatura sin mover la probeta, tomar una segunda lectura con el hidrómetro y el termómetro a los 120 minutos.

Preparación de solución dispersa

Se pesan 36.5 gr de hexametáfosfato de sodio y se aforan a 1000 cm³ con agua destilada.

Calibración del hidrometro

Se toman 50 cm³ de solución dispersora y se depositan en un cilindro de sedimentación, se afora a 1000 cm³ con agua y se mezcla con el agitador manual (varilla metálica), luego se introduce el hidrómetro y se toma la lectura de este (RC) y posteriormente se mide la temperatura de la solución (ARC), anotando ambos datos.

3.4.2 Densidad aparente

Primeramente se agregan 50 gr de suelo tamizado y secado a la estufa a la probeta de 100 ml y coloque un tapón de hule en el orificio de esta. Posteriormente se coloca un pedazo de franela humedecida y haciendo varios dobleces sobre esta y se coloca sobre la mesa de trabajo, compacte el suelo contenido en la probeta golpeándola 30 veces con una frecuencia de un golpe por

segundo en una trayectoria vertical de unos 20 a 30 cm., lea el volumen de la probeta y determine la densidad aparente.

3.4.3 Densidad de sólidos

(Método del picnómetro)

Materiales utilizados:

- Picnómetro
- Balanza
- Desecador
- Pipeta
- Suelo seco a la estufa a 110
- Agua destilada previamente ebullicida

Procedimiento:

Primeramente se selecciona un picnómetro con su tapón de volumen conocido y se procede a pesarlo, luego se introducen 10 gr de suelo secado a la estufa y cribado en el picnómetro, añadir una pequeña cantidad de agua destilada a la temperatura ambiente hasta llenar aproximadamente la mitad del picnómetro, se calienta ligeramente el picnómetro en la parrilla eléctrica , se pesa posteriormente al desecador hasta dejar que se enfríe luego se procede a llenar

hasta el máximo el picnómetro con agua destilada para invertir verticalmente el tapón y seque las paredes externas del picnómetro y se procede a pesar.

3.4.4 Capacidad de campo y p. m. p.

(Método de columnas de colman)

Materiales utilizados:

- Probeta de 100 ml
- Suelo tamizado
- Papel filtro
- Agua
- Polietileno
- Crayón de cera
- Probeta de 100 ml

3.4.5 Conductividad eléctrica

(Método del conductivímetro)

Materiales utilizados:

- Bote de plástico

- Espátula
- Pipeta
- Agua destilada
- Suelo
- Bomba de vacío
- Papel filtro
- Embudo buchner
- Matraz kitasato

Procedimiento:

Para determinar la conductividad hidráulica se pesan 300 gr de suelo seco y tamizado, se procede a agregar agua destilada hasta uno de saturación se tapa y se deja reposar por 24 horas, se obtiene el extracto por medio de la bomba de vacío y se ajusta la temperatura del aparato a la cual se encuentra la muestra. Se procede a leer en el conductivímetro y se registra la lectura y esta se obtendrá en ms/ cm^3

3.4.6 Conductividad hidráulica

(Método del permeámetro)

Material utilizado:

- Suelo
- Permeámetro
- Canaleta
- Agua
- Probeta de 50 ml
- Vaso de precipitado
- Filtros

Procedimiento:

Primeramente se mide el diámetro y la profundidad del permeámetro, luego se coloca uno de los filtros en el fondo del permeámetro, agregar suelo cubriendo la tercera parte del permeámetro y empacar, colocar en la superficie del suelo otro filtro, colocar el permeámetro en la base ranurada de la canaleta y aplicar agua a la canaleta, esperar a que drene el agua y tomar la lectura del volumen drenado a intervalos de tiempos regulares. Seguir tomando lecturas hasta que sean constantes, posteriormente se mide la altura de la misma de agua sobre el suelo, calcular la altura de la columna del suelo y calcular k.

3.4.7 Índice de plasticidad

(Método del límite de etterberg)

IP= Índice de plasticidad

PWII= Contenido de humedad en limite liquido

PWIp= Contenido de humedad en limite plástico

Material utilizado:

- Suelo
- Espátula
- Báscula
- Cápsulas de porcelana

Procedimiento:

Se tamiza la muestra y se pone en una capsula de porcelana, luego se agrega agua y se bate hasta obtener una pasta de saturación, en ese momento se dice que esta en su limite líquido, luego se determina su contenido de humedad. A otra muestra del mismo suelo se le determina el contenido de humedad cuando este en el punto donde deje de ser plástico (cuando se estire de 2 a 5 cm. de longitud) por ultimo se aplica la formula para determinar los parámetros.

3.4.8 Contenido de humedad del suelo (%)

Cuando se realizaron las pruebas de campo se tomo una muestra de suelo de cada parcela de evaluación, a una profundidad de 20 cm.; se pesaron en una balanza con una presicion de 0.01gr y se llevaron al laboratorio de física de suelos para secarse a la estufa a una temperatura de 105 °C con una duración de 24

horas, para posteriormente volverse a pesar, y con el método gravimétrico determinar el contenido de humedad en el suelo.

3.4.9 Cobertura vegetal (%)

Esta prueba se llevo antes del paso del arado de discos, con el objeto de determinar el porcentaje y la cantidad de cobertura vegetal existente en cada parcela. Para realizar esta prueba se utilizo un marco de 1m² con un arreglo matricial de 10x10 cm. cada uno, por lo que cada cuadro representa el uno por ciento, se tomaron lecturas en base al porcentaje de vegetación que cubría cada uno, esto se realizó en cada parcela. Posteriormente se recogió toda la cobertura vegetal de cada punto y se peso, luego fue llevado al laboratorio de física de suelos para secar a la estufa con circulación de aire durante 96 horas a una temperatura de 70-75 °C.



Figura 3. Determinación de la cobertura vegetal

3.4.10 Índice de pedregosidad

Esta prueba se llevo antes del paso del arado de discos, con el objeto de determinar el porcentaje y la cantidad de pedregosidad existente en cada parcela. Para realizar esta prueba se utilizó un marco de 1m² con un arreglo matricial de 10x10 cm. cada uno, por lo que cada cuadro representa el uno por ciento, se tomaron lecturas en base al porcentaje de pedregosidad que cubría cada uno, esto se realizo en cada parcela.



Figura 4. Determinación del índice de pedregosidad

3.4.11 Profundidad de trabajo

Para medir la profundidad de trabajo por cada parcela se realizaron cinco repeticiones por cada paso del arado de discos, una vez que este había pasado se colocaba un nivel y al estar totalmente horizontal, se media la distancia con una

regla graduada en centímetros del extremo inferior del nivel hasta el piso de trabajo del implemento.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.- Área experimental

La ubicación de este experimento se realizó en los terrenos experimentales del bajío y frente a la biblioteca de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual se encuentra ubicada en la ex hacienda de Buenavista, localizada a 7 Km. al sur de Coahuila de Saltillo, con las coordenadas $100^{\circ} 59'57''$ longitud oeste y $25^{\circ} 23'42''$ latitud norte, a una altitud de 1743 msnm. Y otra parcela ubicada en el Km. 6 que se ubica a un costado de la UAAAN.

4.2 Localización del área experimental

La localización del área experimental se dividió en tres partes. Una denominada el "bajío". Cuyas Coordenadas geográficas son $25^{\circ}23'$ y latitud norte y $101^{\circ} 00'$ Longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1743 msnm. Donde se trabajó con una profundidad de trabajo de 20 cm. y se obtuvo una cobertura vegetal de 35 %, con una pendiente de menos 1 con un color uniforme y con un índice de pedregosidad de 21%. La segunda parcela se encuentra frente a la biblioteca Cuyas Coordenadas geográficas son $25^{\circ}22'$ y latitud norte y $101^{\circ} 12'$ Longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1745 msnm. Y se trabajó con una profundidad de trabajo de 18 cm., obtuvimos una cobertura vegetal del 90 % con una pendiente de menos 1 y con un color uniforme con un índice de pedregosidad de 17 %. Y la tercera parcela se encuentra en el Km. 6.5 Donde sus

Coordenadas geográficas son 25°27' y latitud norte y 101° 06' Longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1737 msnm y se trabajo a una profundidad de 15 cm. Una cobertura vegetal de 30 %, pendiente de 1.7, con un color uniforme y un índice de pedregosidad de 58%.

4.3 Resultados obtenidos en terrenos del Km. 6.5.

	E.E	CC	PMP	Da	Ds	CE	K	Pw _{LL}	PW _{LP}	IP
		%	%	g/cm ³	g/cm ³	mms/cm ³	cm/hr	%	%	%
TESTIGO	3	19.08	10.31	1.05	2.42	4.57	0.7761	45.38	30.47	15.41
ARADO	1	35.41	19.24	0.9327	2.44	5.29	0.7991	39.45	29.44	10.01

Tabla 1. Datos de comparación del terreno del Km. 6.5

Este suelo estudiado presenta una textura **migajón arcilloso**, esto es, existe una mayor proporción de arcilla al igual que el primer suelo estudiado, por lo que es poco permeable y retiene un poco más la proporción de agua que en un suelo arenoso.

La estabilidad estructural se ve modificada notoriamente en este suelo, ya que de un grado 3 (alta) de estabilidad del suelo antes de pasar el arado, pasa a un grado 1 (débil) ya pasado el implemento.

La capacidad de campo y punto de marchites permanente tienden a aumentar con el paso de este implemento como el caso anterior, acrecentando en consecuencia la humedad disponible para las plantas en un 84.37%, lo cual es bastante considerable si lo relacionamos con los suelos estudiados anteriormente.

La densidad aparente disminuye en un 0.1173 g/cm^3 , constituyendo un 11.17 %, por lo que se puede sintetizar que el arado tiene una mayor influencia en este suelo pero no se puede indicar que sea muy grande sus efectos en este sentido; así mismo como en la densidad de sólidos, la cual aumentó un 0.02 g/cm^3 estableciendo un mínimo incremento del 0.81 %.

La conductividad eléctrica nos indica también que el suelo sufre un aumento de las sales un 0.72 mms/cm^3 la cual afecta un 13.61%, con lo que se puede decir que las sales del suelo se ven bastante afectadas por el uso del arado en este tipo de suelos.

La conductividad hidráulica de este suelo es bastante superior a los vistos anteriormente y asimismo nos indica que se conduce mas agua cuando el suelo ha sido arado, ya que en este sentido aumentó de una manera diminuta un 0.023 cm/hr , lo que representa un incremento del 2.87%.

Este suelo presenta un intervalo plástico bastante bajo, lo cual repercute directamente en la capacidad de retención de humedad. Se puede notar una disminución del 5.4% del índice de plasticidad, lo cual constituye una

disminución total por el paso del arado del 35.04 %, la cual representa un nivel menos considerable que los otros dos suelos estudiados.

4.4 Resultados obtenidos en terrenos del bajío

	E.E	CC	PMP	Da	Ds	CE	K	Pw _{LL}	PW _{LP}	IP
		%	%	g/cm ³	g/cm ³	mms/cm ³	cm/hr	%	%	%
TESTIGO	2	20.69	11.24	1.1706	2.473	1.147	0.3816	37.01	25.58	11.43
ARADO	1	26.48	14.39	1.1616	2.498	1.2032	0.8739	28.80	26.22	2.58

Tabla 2. Datos de comparación del terreno del bajío

Este suelo estudiado presenta una textura **franco arcilloso**, esto es, existe una mayor proporción de arcilla, por lo que es poco permeable y retiene en mayor proporción de agua que en un suelo arenoso, tiene mayor fertilidad potencial, es decir que puede proporcionar mayor cantidad de nutrientes a la planta.

Como se puede observar en este primer nivel la estabilidad estructural se ve modificada, ya que de un grado 2 (moderado) de estabilidad del suelo antes de pasar el arado, pasando a un grado 1 (débil) ya pasado el implemento.

La capacidad de campo y punto de marchites permanente tienden a aumentar con el paso de este implemento, aumentando por ende la humedad disponible para las plantas en un 2.64 %.

La densidad aparente disminuye en un 0.009 g/ cm^3 , constituyendo un 0.76 %, por lo que se puede resumir que el arado no tiene una marcada influencia en este sentido; así como también en la densidad de sólidos, la cual aumentó un 0.025 g/ cm^3 estableciendo un 1.01 %.

Lo que se refiere a la conductividad eléctrica también se distingue un aumento de las sales presentes en este suelo en un 0.085 mms/cm^3 la cual afecta un 7.41%, con lo que se puede decir que las sales del suelo se ven bastante afectadas por el uso del arado.

La conductividad hidráulica nos indica que se conduce mucho mas agua cuando el suelo ha sido arado, ya que en este sentido aumentó considerablemente un 0.4923 cm/hr , lo que representa un incremento del 56.33%.

Un suelo arcilloso como el estudiado posee una gran cohesión y la resistencia que lo opone a la labranza va a ser grande y el tiempo en el cual se puede trabajar será relativamente corto, lo contrario sucede con un suelo arenoso, con cohesión pequeña, opone una resistencia baja a la labranza y el tiempo en el cual se puede labrar será más grande. El índice de plasticidad tiene mucha influencia en este sentido, ya que se puede notar una disminución de 8.85%, lo cual constituye una disminución total del 77.42 %, la cual representa un nivel bastante considerable.

4.5 Resultados obtenidos en terrenos de biblioteca

		41								
	E.E	CC	PMP	Da	Ds	CE	K	Pw _{LL}	Pw _{LP}	IP
		%	%	g/cm ³	g/cm ³	mms/cm ³	cm/hr	%	%	%
TESTIGO	3	21.605	11.67	1.196	2.472	1.47	0.4012	53.25	37.46	15.79
ARADO	1	36.27	19.71	1.0185	2.508	7.46	0.3841	62.24	37.85	24.39

Tabla 3. Datos de comparación del terreno de biblioteca

Este suelo estudiado presenta una textura **franco**, lo que significa, que es un suelo que generalmente presenta en la misma proporción las tres fracciones (arena, limo y arcilla), por lo que es medianamente permeable y tiene una retención de humedad despreciable y medianamente pobre en materia orgánica.

El terreno presenta una buena estabilidad estructural, como se puede observar en los resultados de la prueba de estabilidad de agregados al agua (estática y dinámica), ya que presenta un grado 3 (fuerte), lo cual se ve modificada a un grado 1 (débil) por el paso del arado.

Como el suelo estudiado anteriormente se puede observar que hubo un incremento de la capacidad de campo y punto de marchites permanente, por lo que lógicamente influye en la disponibilidad del agua, aumentándolo en un 6.625% que constituye el 40.006 % del aumento total.

La densidad aparente disminuye en un 0.1775 g/ cm³, constituyendo un 14.84% %, por lo que se puede sintetizar que el arado tuvo una ligera influencia en este

aspecto; la densidad de sólidos también aumentó en menor grado, 0.036 g/cm^3 estableciendo un incremento total de 1.43% .

En cuanto a la conductividad eléctrica, se diferencia un gran aumento de sales presentes en este terreno, en un 5.99 mms/cm^3 la cual afecta un 80.29% , con lo que se observa que las sales del suelo se ven bastante afectadas por el uso de este implemento en este tipo de suelos.

La conductividad hidráulica es afectada por la textura, estructura y el espacio poroso, entre otros, en este caso se observa que hay una respuesta negativa del suelo al paso del arado ya que disminuyó en un 0.0171 cm/hr , lo que representa un descenso del 4.26% .

El índice de plasticidad sufre una modificación contraria a la que se observaron en los demás suelos estudiados, ya que se puede notar un aumento del 8.6% , lo cual constituye un incremento total del 35.26% , la cual representa un nivel bastante considerable, tomando en cuenta las características que presenta.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se analizaron los datos que se obtuvieron en campo durante la evaluación del implemento y considerando los objetivos e hipótesis planteadas se puede concluir que en esta región de Buenavista en su mayoría los suelos son de tipo arcilloso, requieren ser labrados cada año, para mantenerlos en su óptimo de aprovechamiento (21 a 30 cm de profundidad)

Se pueden visualizar las diferencias o efectos que sufrieron los suelos por el paso de este indispensable implemento agrícola, contemplando respuestas positivas o negativas en cada caso. Teniendo un factor común en los resultados de densidad aparente y densidad de sólidos, las cuales sufrieron un pequeño aumento.

Encontramos un sobrelaboreo no excesivo, lo que debe mejorarse con un sistema de labranza adecuada a las propiedades físicas de estos que son diferentes en los tres sitios. Toda práctica que asegure la estabilidad de agregados participa en la lucha contra la erosión hídrica y eólica.

Dentro de las recomendaciones se sugiere que a los agricultores se les informe acerca de este tipo de implemento, por lo que se deben de dar a conocer mas ampliamente a otros agricultores las ventajas y desventajas que este implemento ofrece en la preparación de los suelos, no solo en las zonas

semiáridas si no de cualquier otra parte, ya que este implemento es apropiado para otros tipos de suelos a parte de los que se reportan en este trabajo.

VI.- BIBLIOGRAFIA

Figuroa S.B., Morales F.F.J. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SARH-Colegio de postgraduados, Montecillos, Estado de México, México, pp. 5.

González H.G. 1999. Levantamiento de suelos a nivel detallado del campo experimental El Bajío UAAAN. Tesis licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pp. 13-28.

Hoogmoed W. 1999. Tillage for soil and water conservation in the semiarid tropics. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Hunt D. 1983. Maquinaria Agrícola. Rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo. Editorial limusa. D.F, México.

Kocher F., A.D. Violie Y A.F. Palmer. 1983. sistemas de labranza de conservación y el agua en el suelo. Simposium La sequía y su impacto en la agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. 21-22.

Krause R. Lorenz F., Hoogmoed W. 1984. Soil tillage in the tropics and subtropics. Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn, Germany.

New Holland. 2001. labranza. Folleto informativo. Querétaro, Querétaro, México.

Ortiz C.J. 1995. Las maquinas agrícolas y su aplicación. Editorial Mundi-Prensa.
Madrid, España, pp. 21

Shear, G. M. (1985). Introduction and history of limited tillage. In weed control in limited tillage systems. WSSA, Monograph series No 2, p_ 1-14

Paginas web Consultadas

http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C7.htm

<http://html.rincondelvago.com/arados-de-disco.html>

<http://html.rincondelvago.com/arado-de-discos-y-rastras.html>

<http://www.unap.cl/agrodes/docencia/ asignaturas/ml/maquinaria/trabajosalumnos/er/tradiciona.html>

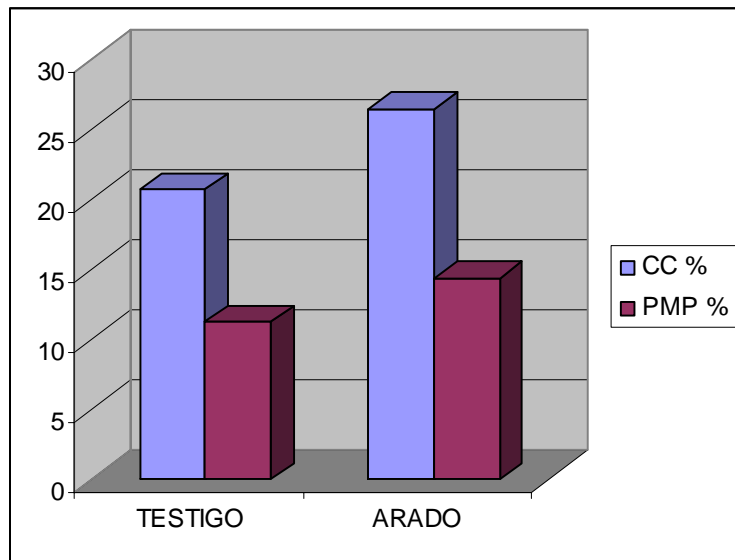
<http://www.unap.cl/agrodes/docencia/ asignaturas/ml/maquinaria/trabajosalumnos/er/tradiciona.html>

http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos_Maquinas.htm

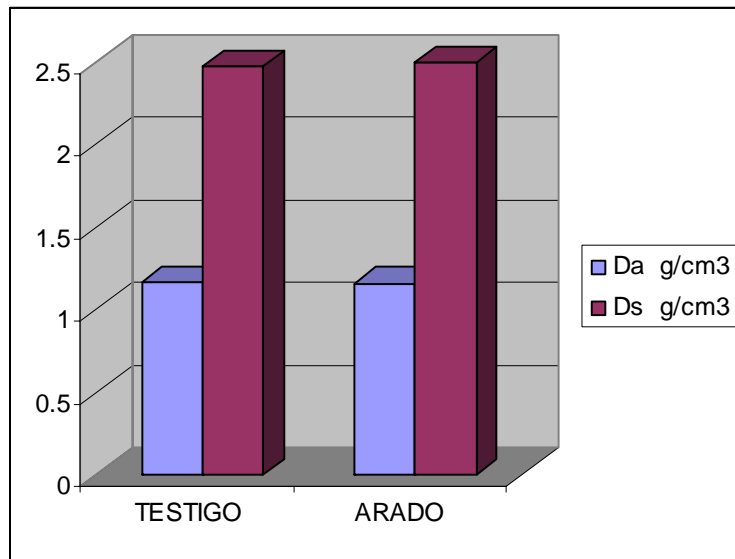
Anexos

GRÀFICAS

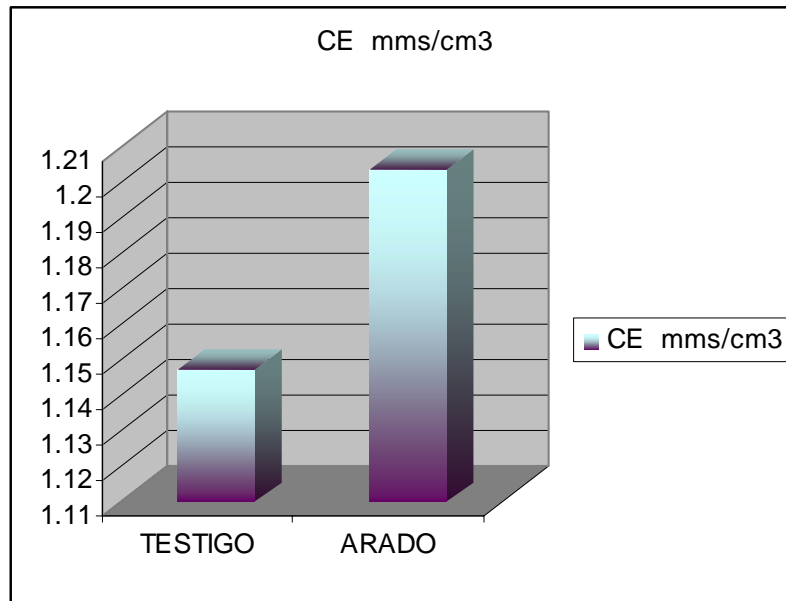
BAJIO
CAPACIDAD DE CAMPO Y PMP



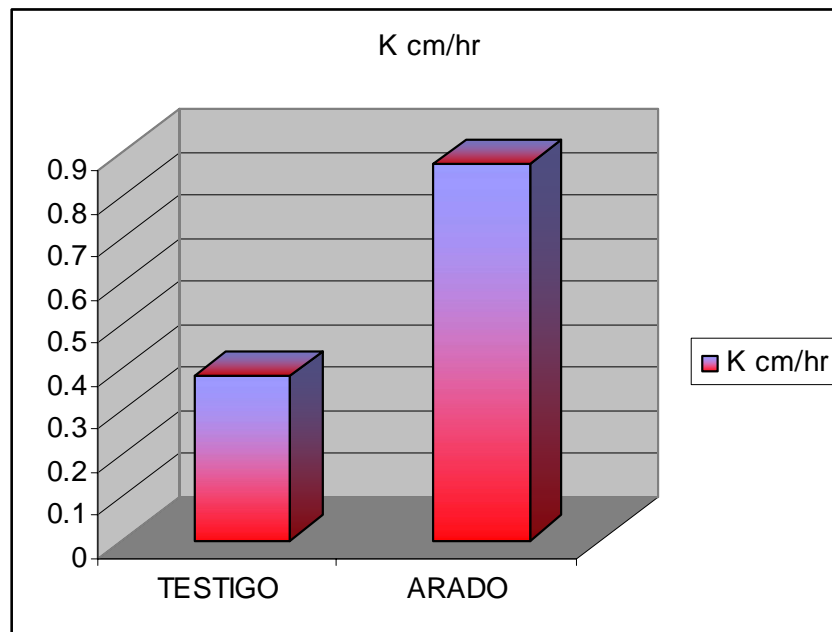
DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD DE SÓLIDOS



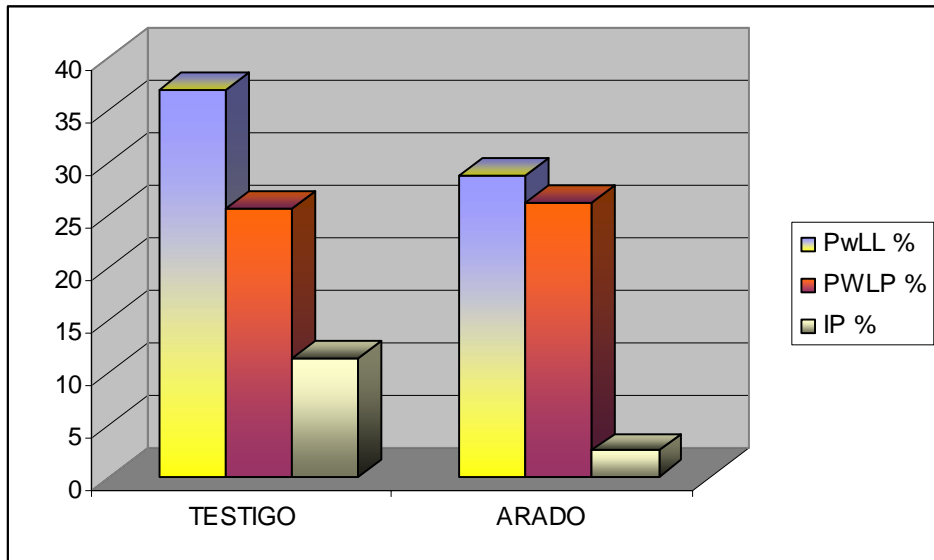
CONDUCTIVIDAD ELÈCTRICA



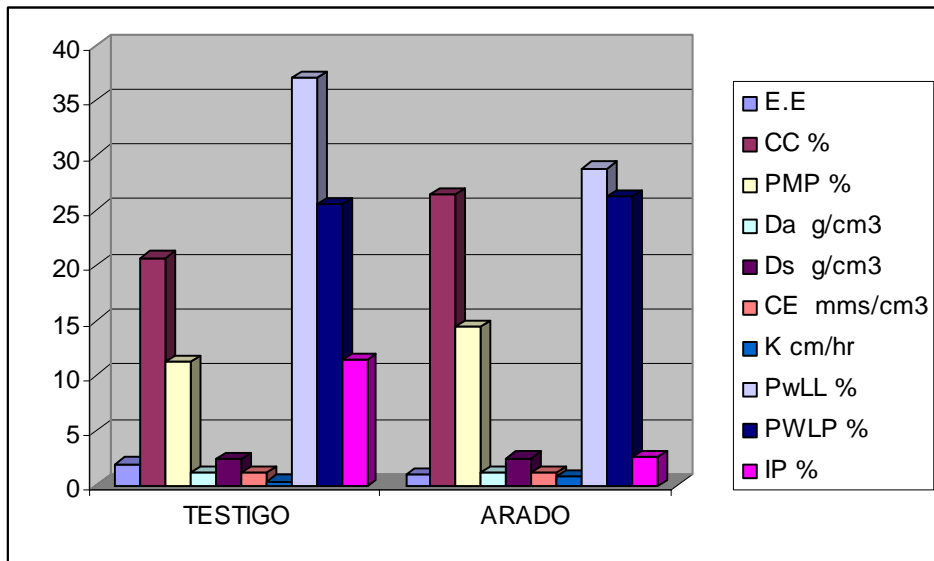
CONDUCTIVIDAD HIDRÀULICA



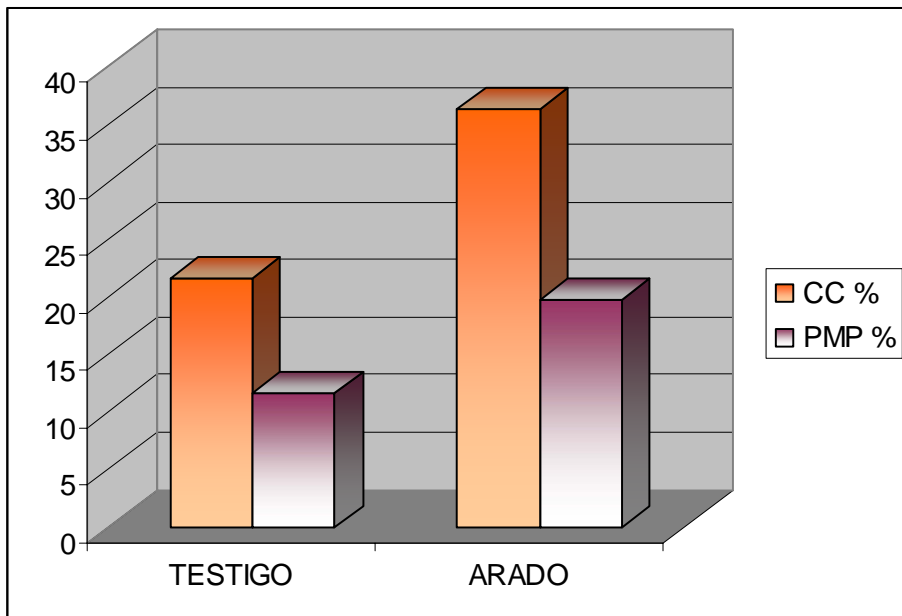
LÌMITES DE ATERBERG



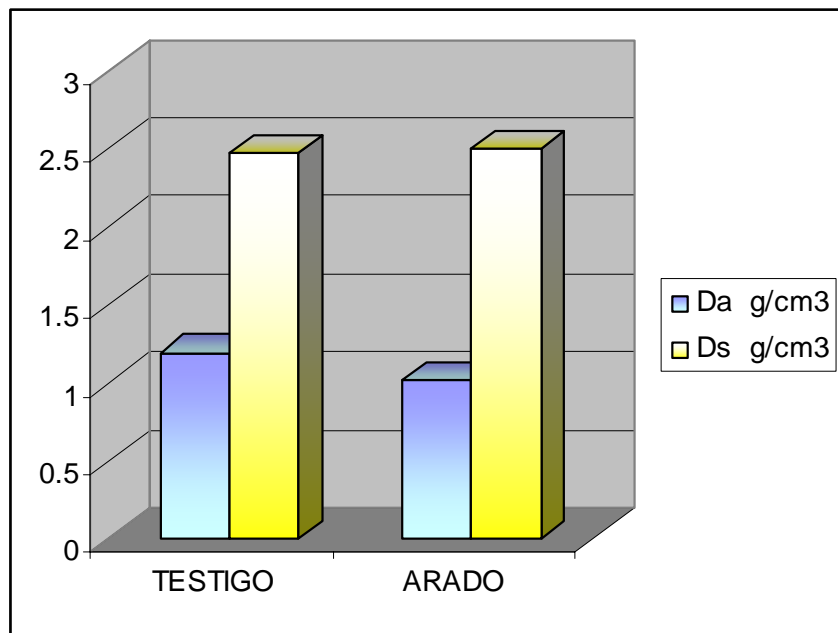
Efectos del arado sobre todas las características físicas estudiadas en el sitio del Bajío



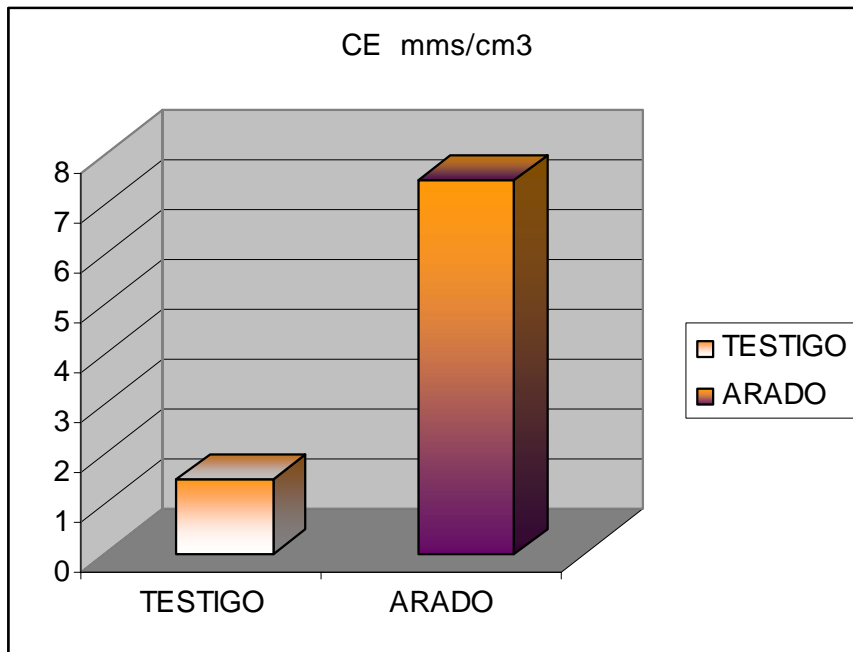
BIBLIOTECA CAPACIDAD DE CAMPO



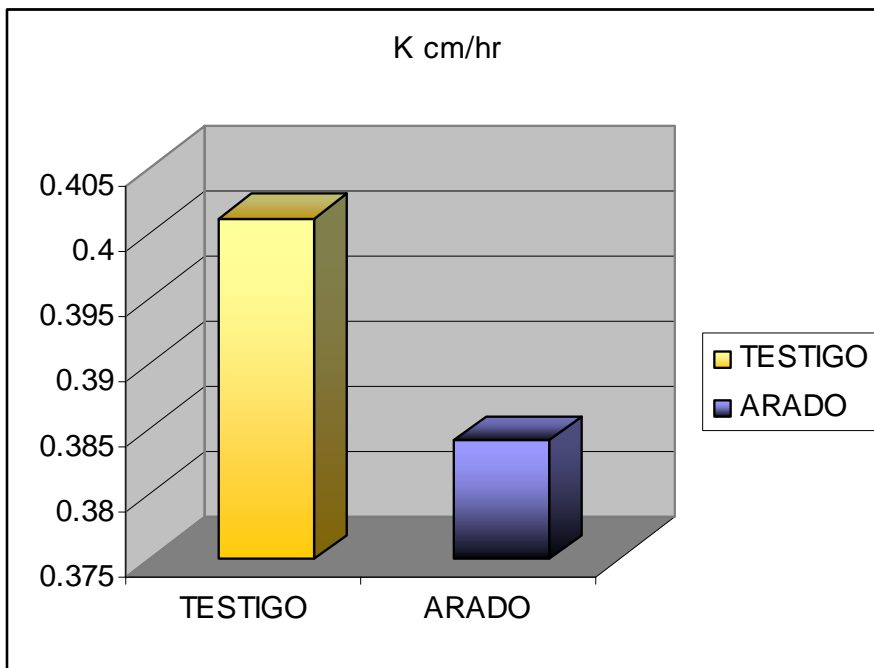
DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD DE SÓLIDOS



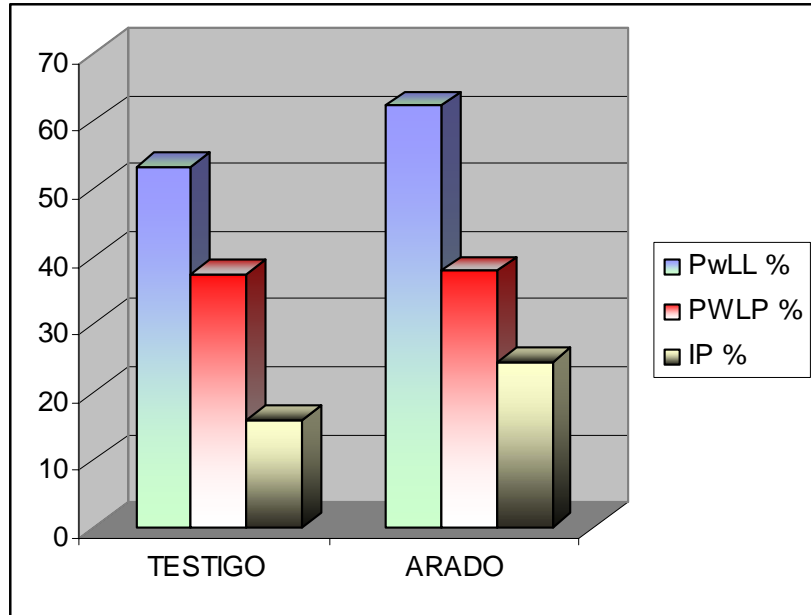
CONDUCTIVIDAD ELÈCTRICA



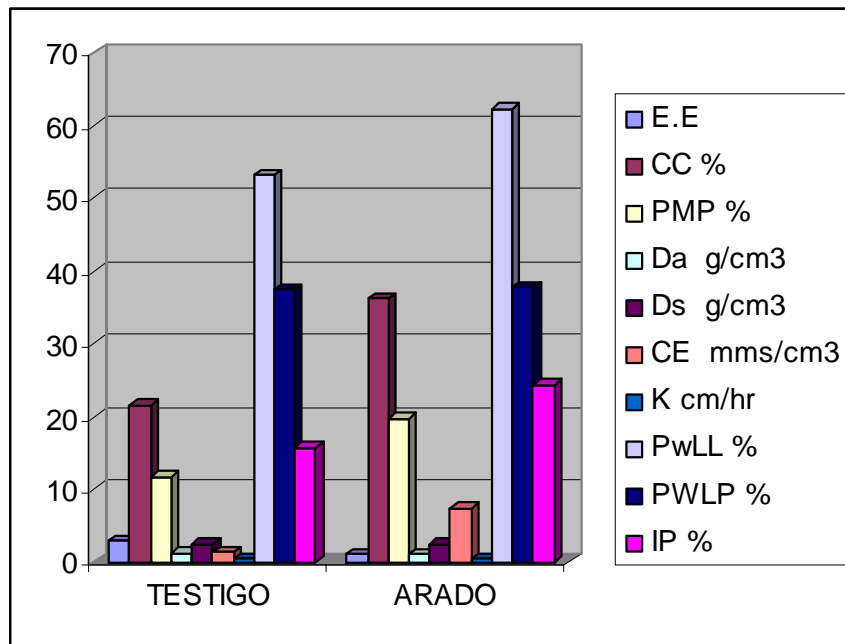
CONDUCTIVIDAD HIDRÀULICA



LÍMITES DE ATERBERG

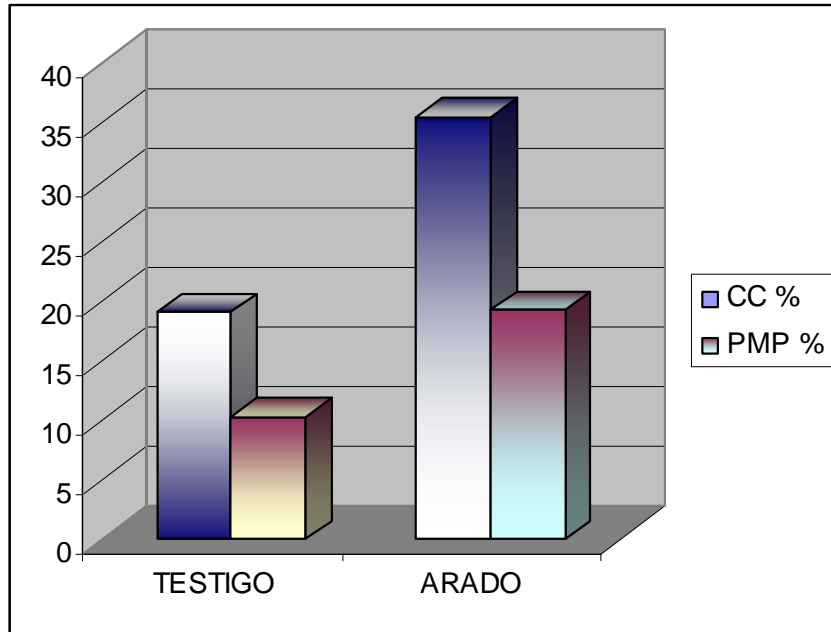


Efectos del arado sobre todas las características físicas estudiadas en el sitio de la Biblioteca

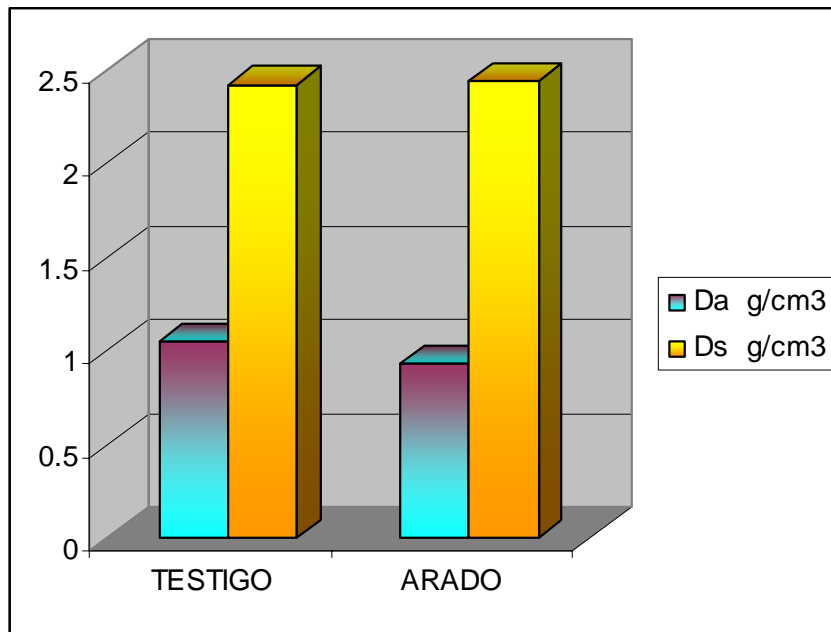


LUNA MONTOYA

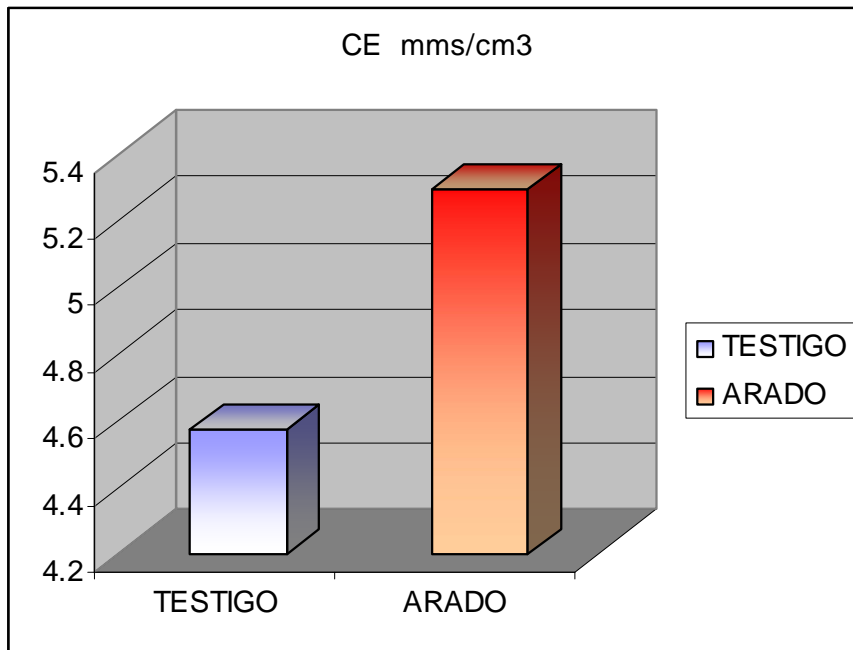
CAPACIDAD DE CAMPO Y PMP



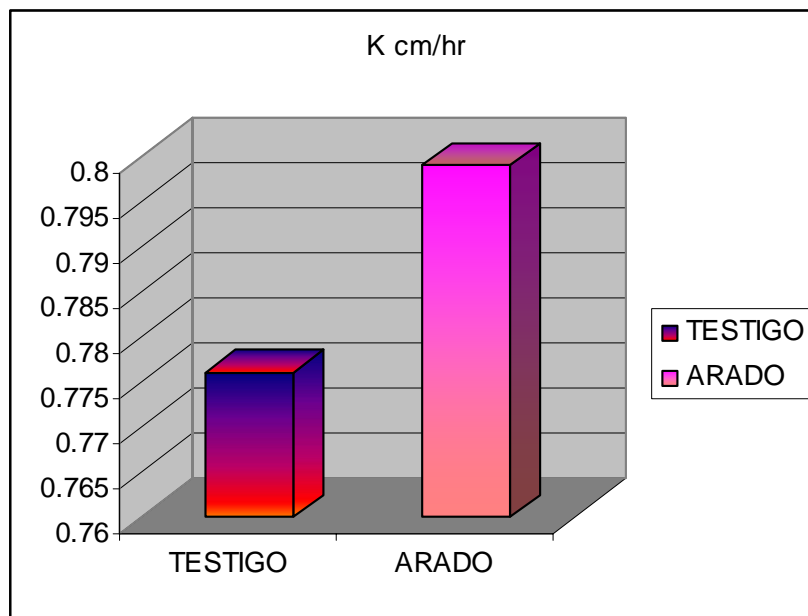
DENSIDAD APARENTE Y DENSIDAD DE SÓLIDOS



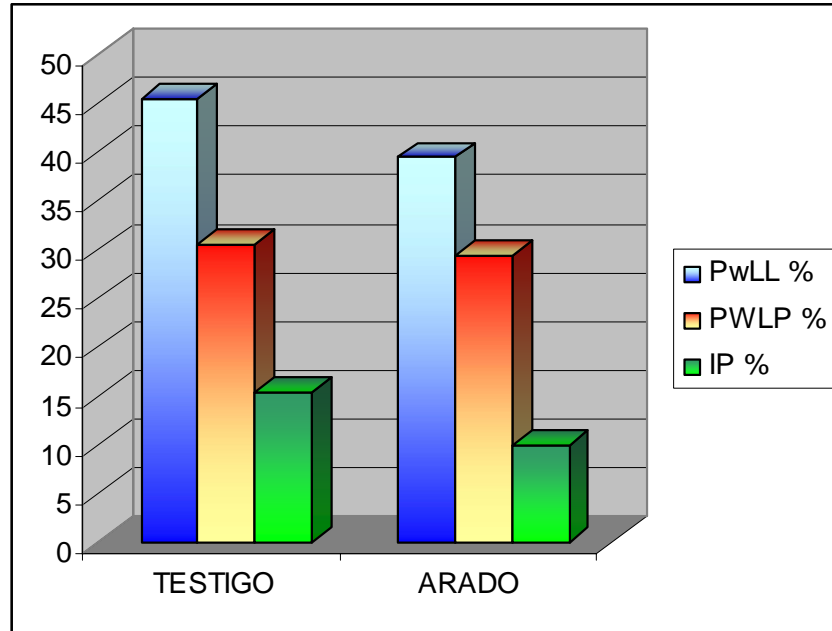
CONDUCTIVIDAD ELÈCTRICA



CONDUCTIVIDAD HIDRÀULICA



LÌMITES DE ATERBERG



Efectos del arado sobre todas las características físicas estudiadas en el sitio del Ing. Luna Montoya

