

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERIA



Manual de Practicas de Laboratorio y Campo para la Materia de
Labranza de Conservacion de Suelo, Agua y Energia

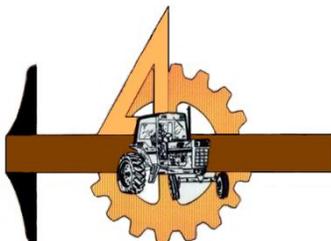
POR:

RAYMUNDO SALDAÑA FIGUEROA

MONOGRAFIA

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO MECANICO AGRICOLA



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre de 2014

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Manual de Practicas de Laboratorio y Campo para la Materia de
Labranza de Conservacion de Suelo, Agua y Energia

Por:

RAYMUNDO SALDAÑA FIGUEROA

MONOGRAFÍA

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

INGENIERO MECANICO AGRÍCOLA

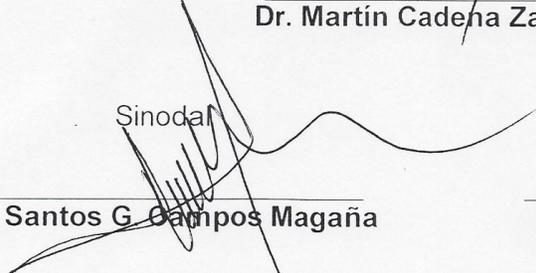
Aprobada por el comité de monografía:

Asesor Principal



Dr. Martín Cadena Zapata

Sinodal



Dr. Santos G. Campos Magaña

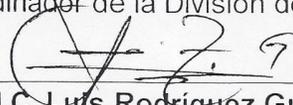
Sinodal



M.C. Tomas Gaytan Muñiz

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Coordinador de la División de Ingeniería



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez



Coordinación de

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Primero y antes que nada, dar gracias a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por darme una familia maravillosa, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi Alma Terra Mater:

A mi **Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de superarme e incrementar mis conocimientos para ser un profesionalista. Gracias.

A mi Asesor:

Dr. Martin Cadena Zapata por confiar en mí, por todo el apoyo brindado durante este proyecto y durante toda la carrera.

A todos mis maestros:

En especial al, **M.C. Héctor Uriel Serna Fernández, Dr. Jesus R. Valenzuela Garcia, Dr. Santos Gabriel Campos Magaña, M.C. Juan Antonio Guerrero Hernández, M.C. Blanca Elizabeth de la Peña Casas, Ing. Juan Arredondo Valdez, M.C. Tomas Gaytán Muñiz, Ing. Jorge Flores Berrueto, Ing. Rosendo González Garza, M.C. Mario Alberto Méndez Dorado, M.C. Genaro Demuner Molina**, y a todos los profesores que compartieron sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo de mi carrera profesional, muchas gracias.

A todos mis compañeros de la **Generación CXIV** de la carrera **Ingeniero Mecánico Agrícola**. Muchas gracias por su amistad.

A mis amigos de toda la carrera en especial a **Luis Enrique**, gracias por ser como un hermano, **Oscar** gracias primo, **Abraham** (mi compa), **Refugio**, **J. Erick**, **Ramaosiris**, **Ivan**, **Prisciliano** y todos los que llegamos al **424**. Ojala y a todos les vaya muy bien, se los deseo de todo corazón.

Y todas las personas que de alguna manera me apoyaron dentro y fuera de la universidad. Muchas Gracias.

A mi familia:

Gracias a toda mi familia, las familias SALDAÑA y FIGUEROA, en especial a mis **papás**, **hermanos** y a **mi esposa**, a todos mis primos, tios, abuelos, gracias por todo el apoyo incondicional que me brindaron y por ser mi familia.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Abel Saldaña Sandoval y Ma. Del Socorro Figueroa Cabrera, con todo el cariño, el respeto y el amor que se merecen, por ser los seres que me dieron la vida. Gracias por su apoyo incondicional, este logro es también de ustedes. **Papá** gracias por tus consejos, por enseñarme a ganarme la vida. **Mamá** gracias por tu confianza que siempre me brindaste, siempre estuviste cuando más lo necesitaba y por ser la mejor mamá del mundo. Los Quiero Mucho.

A mis hermanos:

Irene y familia: Irene, Eustaquio, Juliencillo, muchas gracias por sus consejos, por el apoyo brindado en Saltillo y donde lo he necesitado, muchas gracias de todo corazón. Siempre estare agradecido con ustedes.

Rigoberto: Por tu apoyo, por ser mi hermano, un amigo, muchas gracias, echale ganas ya falta menos.

Maria del Socorro: Con su apoyo lo logre, ustedes también lo lograrán, gracias y a echarle ganas.

Monica: Gracias hija, recuerdo el día que me diste tus ahorros, muchas gracias, este triunfo es de ustedes también.

Xóchitl Guadalupe: Apenas tienes meses, pero al igual que todos también este logro es tuyo.

A mi esposa:

Reyna Cervantes Moreno: Por estar conmigo, por tu apoyo incondicional, tu comprensión, por darme tu amor y por apoyarme en todas mis decisiones que he tomado, este logro también es tuyo mi amor, TE AMO.

Muchos me dijeron no lo lograras y no por eso me di por vencido. Hoy ya lo logre.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
PRACTICA 1. LIMITE LIQUIDO (LIMITE SUPERIOR DE PLASTICIDAD).....	2
PRACTICA 2. LÍMITE PLÁSTICO (LÍMITE INFERIOR DE PLASTICIDAD)	7
PRACTICA 3. LÍMITE DE CONTRACCIÓN.....	10
PRACTICA 4. LIMITE SUPERIOR DE LABORABILIDAD	19
PRACTICA 5. LIMITE INFERIOR DE LABORABILIDAD.....	28
PRACTICA 6. EFECTO DEL TAMAÑO DE AGREGADOS EN LA GERMINACION	32
PRACTICA 7. DETERMINACION DE LA FUERZA Y POTENCIA EN LA LABOR DE CAMPO.....	37
PRACTICA 8. DETERMINACION DE LA ENERGIA ESPECÍFICA APLICADA EN LA LABRANZA	42
PRACTICA 9. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN POR MEDIO DEL PENETRÓMETRO DE CONO DIGITAL – MANUAL (FIELDSCOUT SC 900).....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Materiales para determinar el límite líquido. a) copa de Casagrande, b) suelo tamizado a 0.5 mm, c) espátula, d) herramienta de ranurado, e) cápsula de porcelana, f) agua destilada.....	4
Figura 2. Calibración del aparato (Copa de Casagrande) para determinar el límite plástico. ...	4
Figura 3. Realización de la ranura en la pasta de suelo con la herramienta estándar de corte.	5
Figura 4. Fragmentación del hilo de suelo cuando llega al límite plástico.	8
Figura 5. Plato de Contraccion.....	11
Figura 6. Materiales varios.....	21
Figura 7. Equipo de prensa.	21
Figura 8. Banco neumático aplicador de presión a través de un compresor.....	21
Figura 10. Suelo con humedad requerida.	22
Figura 9. Suelo tamizado.	22
Figura 11. Llenado de muestras.	23
Figura 12. Pesado del contenedor con la muestra de suelo.	23
Figura 13. Prensado de la muestra.	24
Figura 14. Medicion de la muestra.	24
Figura 15. Prueba de permeabilidad utilizando el PERMEAMETRO KMOCH.	25
Figura 16. Peso del terrón para uniformizar la masa.	29
Figura 17. Cuantificación de las distancias para el cálculo de la energía utilizada para la disgregación del suelo.	30
Figura 18. Tamices para la obtención de agregados de diferente tamaño.....	34
Figura 19. Captura de datos en campo.	41
Figura 20. Penetrómetro digital sónico FIELDSCOUT SC 900	45
Figura 21. Diametro de un cono nuevo.	46

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en los países desarrollados se ha incrementado el interés por el uso eficiente de la energía y la conservación de los recursos del suelo y agua, principalmente donde es escasa, lo anterior ha traído un cambio en actitudes con respecto a las prácticas de manejo de suelo y los residuos. Cada año se da más énfasis al uso de las labranzas mínima y a la preparación de la cama de siembra en la agricultura de secano. Los agricultores al utilizar labranzas mínimas o secundarias alteran las propiedades físicas del suelo en un intento por crear condiciones óptimas para la siembra, la germinación, el desarrollo y rendimiento del cultivo (FAO, 2000).

La labranza primaria adquiere importancia en la preparación del suelo debido a que la remoción es alta y que esta labor afecta en gran medida sus propiedades físicas, y directa e indirectamente las propiedades químicas y biológicas. Los cambios promovidos por la labranza deben favorecer la producción de los cultivos y mantener la calidad física del suelo, pero debido al uso inadecuado de los implementos de labranza se provoca la erosión y degradación física de éste. La degradación física del suelo puede ser definida como la pérdida de la calidad de la estructura del suelo FAO (2003).

La búsqueda de soluciones a esta problemática ha conducido al estudio e implementación de la labranza de conservación, con el fin de disminuir el impacto sobre el medio ambiente y especialmente sobre el suelo. Por lo anterior, es importante conocer diferentes parámetros operativos de los implementos de labranza y su incidencia en el suelo FAO (2003).

Por otro lado el alto costo en las labores debido a un gran número de pasos de implemento y por lo tanto gran consumo de energía en forma de combustible es un factor que puede limitar la actividad agrícola pues reduce el costo beneficio del sistema de producción. Steiner (1998) menciona que para muchos agricultores, antes

de una conciencia conservacionista, la principal razón de adopción de los sistemas de labranza de conservación es la posibilidad de reducción de costos.

La reducción del uso de energía en los sistemas de producción agrícola es un tema de gran importancia pues contribuye al éxito financiero de los mismos y con la disminución de subsidios y una gran competencia en el mercado globalizado, los agricultores consideran actualmente opciones de reducción de labores y gastos de energía para bajar costos (Derspch, 2007).

Teniendo en cuenta lo anterior, investigadores señalan que el método de labranza escogido debe ser capaz de ajustarse ampliamente al sistema de manejo del suelo y desarrollo radicular de los cultivos pensando siempre en conservar los recursos suelo y agua (Brown *et al*, 1985; Harman *et al*, 1989, Bravo, 1995).

OBJETIVO:

Elaborar un manual de prácticas de laboratorio y campo para la materia de labranza de conservación de suelo, agua y energía.

Palabras clave: Labranza de conservación, Degradación física del suelo, Conservación de los recursos suelo y agua, Reducción del uso de energía, Reducción de costos.

PRACTICA 1

NOMBRE: LÍMITE LÍQUIDO (LÍMITE SUPERIOR DE PLASTICIDAD)

INTRODUCCION:

El límite superior significa que debido a un aumento de humedad la cohesión decrece tanto que la masa del suelo fluye bajo la acción de una fuerza. La plasticidad de un suelo depende principalmente de la cantidad, tamaño y tipo de arcilla que contenga, además del tipo de cationes intercambiables y el contenido de materia orgánica (Baver, et al., 1980).

A mayor cantidad de arcilla en un suelo se aumentan sus límites de plasticidad o número de plasticidad; en la práctica es importante conocer los límites del estado plástico de un suelo, ya que si el índice es alto significa que el suelo tiene un amplio rango en el estado plástico lo cual dificultara su laboreo, ya que el tiempo disponible para trabajarlo en el estado friable será muy corto; es necesario reducir el índice de plasticidad.

El límite líquido o límite superior de plasticidad, es el contenido de humedad que separa el estado plástico del suelo (con niveles menores de humedad) del estado viscoso (con niveles mayores de humedad).

OBJETIVO:

Determinar el límite líquido (límite superior de plasticidad).

METODO Y MATERIALES:

Los materiales que se utilizan para determinar el límite líquido se muestran en la figura 1.



Figura 1. Materiales para determinar el límite líquido. a) copa de Casagrande, b) suelo tamizado a 0.5 mm, c) espátula, d) herramienta de ranurado, e) cápsula de porcelana, f) agua destilada.

El aparato para determinar el límite líquido consiste en una copa de bronce y una base de madera (Aparato de Casagrande), el cual fue calibrado a una altura de 10 mm, utilizando el extremo de la herramienta de ranurado, con la finalidad de que hubiera consistencia en la altura de caída (Figura 2).

Se coloca suelo tamizado, previamente a 0.5mm, en una cápsula de porcelana y se le agrega agua, mezclándolo con ayuda de una espátula, hasta adquirir una consistencia pastosa.



Figura 2. Calibración del aparato (Copa de Casagrande) para determinar el límite plástico.

Posteriormente se coloca la pasta en la copa de Casagrande y utilizando una espátula se alisa la superficie de tal manera que la profundidad máxima sea de 8 mm.

Usando la herramienta estándar de corte, se hace una ranura en el centro del suelo contenido en la copa de Casagrande (Figura 3).



Figura 3. Realización de la ranura en la pasta de suelo con la herramienta estándar de corte.

Se gira la manivela del aparato a una velocidad de 2 revoluciones por segundo hasta cerrar la ranura con 25 golpes. Esto se logra mediante tanteos, es decir si la ranura se cierra antes de los 25 golpes tiene exceso de agua y si se cierra después de los 25 golpes es por falta de agua, se le agrega agua o suelo según se requiera.

Una vez cumplido el objetivo anterior se toma una muestra de suelo y se coloca en un bote de aluminio para determinar su contenido de humedad, en porcentaje, mediante el método gravimétrico usando la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

Donde:

PSH = Peso del suelo húmedo (gr).

PSS = Peso del suelo seco (gr) (24 hrs en estufa de secado a 105 °C).

Tabla de resultados.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso del Suelo Humedo			
Peso del Suelo Seco			
Contenido de Humedad %			

LITERATURA CITADA

Baver, L.D., Gardner W. H. and Gardner W. R..1972. Soil Physics. John Wilwy & Sons, New York. Fourth Edition. 489 pp.

LOPEZ C. J. C. 2008. Efecto del Producto Algaenzims® en la Resistencia del Suelo Simulando la Compactacion en Laboratorio. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 26 p.

PRACTICA 2

NOMBRE: LÍMITE PLÁSTICO (LÍMITE INFERIOR DE PLASTICIDAD)

INTRODUCCION:

El límite inferior, es el valor de humedad en el cual el suelo deja de ser friable y pasa a una consistencia plástica. (Baver, et al., 1980).

El límite inferior de plasticidad representa el contenido de humedad en un suelo, por encima del cual es peligroso manipularlo con equipos de labranza y cultivos, ya que se pueden causar posibles efectos de compactación y sellado superficial. La ventaja principal de usar el concepto del límite plástico es la oportunidad de comprobar confiablemente el comportamiento del suelo en el campo. Sin embargo, este concepto tiene algunas desventajas. No es aplicable a los suelos carentes de cohesión y es difícil aplicarse si el límite plástico es pequeño (Dexter y Bird, 2001).

El límite plástico conocido también como el límite inferior de plasticidad, es el porcentaje de humedad por debajo del cual el suelo tiene una consistencia friable y por encima una consistencia plástica. Por su parte Hillel (1981) citado por Gutiérrez *et al.* (2004) menciona que este límite indica la humedad por encima del cual el suelo no debe ser laboreado por riesgos de compactación.

OBJETIVO:

Determinar el límite plástico (Límite inferior de plasticidad).

MATERIALES Y METODO:

Se coloca suelo tamizado a 2 mm en una cápsula de porcelana y se le agrega agua destilada, mezclándolos, hasta que el suelo adquiriera una consistencia plástica en el que se pudiera rodar sin que se pegue en las manos.

Se forman masas de forma elipsoidal. Posteriormente éstos se enrollan entre la palma de la mano y la placa de vidrio, aplicando la presión suficiente para formar, uniformemente, hilos de suelo.

Cuando el hilo de suelo alcanza un diámetro de 3 mm aproximadamente y éste se fragmenta, se considera que el suelo llegó al límite de plasticidad y comenzó a ser friable (Figura 4).



Figura 4. Fragmentación del hilo de suelo cuando llega al límite plástico.

Se toma una muestra y se le determina el contenido de humedad por el método gravimétrico por un lapso de 24 hrs en estufa de secado a una temperatura de 105 °C.

Tabla de resultados.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso del Suelo			
% De Agua			

LITERATURA CITADA

Baver, L.D., Gardner W. H. and Gardner W. R..1972. Soil Physics. John Wilwy & Sons, New York. Fourth Edition. 489 pp.

Dexter A. R. and Bird N. R. A 2001. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contest for fillage based on the water retention curve. Soil & Tillage Research 57,203-212.

Gutiérrez, N., C. Venialgo, F. Fernández, F. Ruíz. 2004. Límites de plasticidad en suelo con usos diferentes en el Departamento 9 Julio (Chaco). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina. 3pp.

PRACTICA 3

NOMBRE: LÍMITE DE CONTRACCIÓN

INTRODUCCION:

Se define como el contenido de humedad del suelo por debajo del cual, el suelo ya no se contrae debido a la pérdida de agua por evaporación. En humedades inferiores a este límite el suelo se hace duro y en general no se pueden hacer operaciones físicas.

Entre las consistencias friables y de cementado se presenta el límite de contracción. Este punto es alcanzable cuando al reducir el contenido de humedad un nivel más bajo que este límite se produce muy poca contracción, es decir, una vez drenado el suelo hasta el punto la reducción posterior en volumen total del mismo es mínima así las partículas del suelo (arcilla principalmente) están prácticamente tocándose unidas muy fuertemente por las películas de agua (Ashburner y Sims, 1984).

La consistencia entre el límite de contracción (LC) y el límite inferior de plasticidad (LIP) es conocido en teoría como estado friable del suelo (Cadena, et al., 2002).

En contenidos superiores de humedad de este límite, el suelo pasa de un estado semisólido o friable, siempre y cuando no se rebase el siguiente límite de Atterberg, es decir, el límite plástico. Dentro del estado blando o friable se pueden realizar prácticamente todas las operaciones de labranza sin causar daño a los agregados.

OBJETIVO:

Determinar el Límite de Contracción.

MATERIALES Y METODO:

- a) Suelo seco
- b) Agua
- c) Estufa
- d) Plato de contraccion
- e) Cera
- f) Balanza de precision
- g) Vaselina
- h) Hilo

PROCEDIMIENTO:

-Seleccionar un plato de contracción y grabar su identificación, designación y su volumen. El volumen del plato de contracción se utiliza como el volumen de la porcion del suelo húmedo. Engrase ligeramente en el interior del plato de contracción.



Figura 5. Plato de Contraccion.

-Determinar el peso del plato de contraccion (gr) engrasado y registrar el valor como la masa del plato de contracción vacío (m).

-Colocar, en el centro del plato, una cantidad de suelo humedo igual a aproximadamente un tercio del volumen del plato y hacer que el suelo fluya hacia los bordes tocando el plato en una superficie firme acolchada por varias capas de papel

secante o material similar. Añadir una cantidad de suelo aproximadamente igual a la primera parte, y toque el plato hasta que el suelo esté bien compactado y todo el aire incluido ha sido llevado a la superficie. Añadir más suelo y continuar con el golpeo hasta que el plato esté completamente lleno y el exceso de suelo caiga alrededor de su borde. Golpee el exceso de suelo con una regla y limpie todo el suelo adherido a la parte exterior del plato de contracción.

-Determinar el peso de la masa de la cápsula inmediatamente después de que se llene y registrar el peso de la muestra golpeada como la masa del plato, más el suelo húmedo (m_w).

-Permitir que la porción de suelo se seque al aire hasta que el color de la preparación resulta de oscuro a claro a la luz. Secar la porción de masa a una temperatura constante de 110 ± 5 ° C. Se determina y registra la masa del plato más el suelo seco (m_d).

-El secado de la porción de suelo en el aire puede producir el agrietamiento del suelo debido a la pérdida de humedad en climas secos. Si este problema se encuentra, puede ser necesario secar el suelo en un entorno de humedad controlada. En este caso, puede tardar desde 1 hasta 2 semanas para que el color del suelo sea de oscuro a claro a la luz.

-Determinar el volumen de la porción de suelo seco como sigue:

-Atar firmemente el hilo de coser alrededor de la porción del suelo.

-Sumerja la porción de suelo seco en cera fundida, sosteniendo la porción con el hilo de coser, cubriendo por completo la porción.

-No permita que las burbujas de aire se desarrollen en la capa de cera. Si hay burbujas de aire, use un objeto afilado para cortar la burbuja; rellenar el agujero con cera.

NOTA -Precaución: La cera derretida y equipos asociados son calientes y se debe tener cuidado para evitar quemaduras.

-Retire la porcion de suelo de la cera derretida y permita que la capa de cera se enfríe.

-Determinar la masa de la porcion de suelo recubierto de cera en aire y registrar el valor como la masa de la porcion de suelo seco y la cera en el aire (m_{sxa}).

-Determinar la masa indicada cuando la porcion de suelo recubierta de cera está suspendida de un equilibrio mientras está sumergido en un baño de agua (m_{sxw}). Asegúrese de que no haya burbujas de aire que se aferra en la superficie de la porcion recubierta con cera o hilo. Anote esto como la masa en agua del suelo seco y cera.

NOTA - Hay otros métodos aceptables para determinar la diferencia indicada de la masa de la porcion de suelo en aire y en agua.

Cálculo:

-Calcular el peso de la porcion de suelo seco (m_s) como sigue:

$$m_s = m_d - m$$

Donde:

m_s = Peso de la porcion de suelo seco, gr.

m_d = Peso de la porcion de suelo seco y el plato de la contracción, gr.

m = Peso del plato de contracción, gr.

-Calcular el contenido de humedad del suelo en el momento en que se colocó en el plato (w) de la siguiente manera:

$$w = \left[\frac{(m_w - m_d)}{m_s} \right] \times 100$$

Donde:

w = contenido de humedad del suelo en el momento en que se coloca en el plato, %.

m_w = peso del suelo húmedo y plato contracción, gr.

Calcular el volumen de la porcion del suelo seco (V_{dx}) como sigue:

-Calcular el volumen de la porcion de suelo seco y cera de la siguiente manera:

$$V_{dx} = \frac{(m_{sxa} - m_{sxw})}{\rho_w}$$

Donde:

V_{dx} = Volumen de la porcion de suelo seco y la cera, cm^3 ,

m_{sxa} = masa de la porcion de suelo seco y la cera en el aire, gr.

m_{sxw} = masa de la porcion de suelo seco y la cera en agua, gr.

ρ_w = densidad del agua, g / cm^3 .

NOTA - Supongamos densidad del agua igual a $1,0 \text{ g} / \text{cm}^3$. Las correcciones para temperatura se pueden utilizar.

-Calcular la masa de cera (m_x) como sigue:

$$m_x = m_{sxa} - m_s$$

Donde:

m_x = masa de cera, gr.

-Calcular el volumen de cera (V_x) como sigue:

$$V_x = \frac{m_x}{G_x \rho_w} \text{ o } \frac{m_x}{\rho_x}$$

Donde:

V_x = volumen de cera, cm^3 ,

G_x = peso específico de la cera, y

P_x = densidad de la cera, g / cm^3 .

-Calcular el volumen de la porcion de suelo seco (V_d) como sigue:

$$V_d = V_{dx} - V_x$$

Donde:

V_d = volumen de la porcion de suelo seco, cm^3 .

-Calcular el límite de contracción (SL) de la siguiente manera:

$$SL = w - \left[\frac{(V - V_d)\rho_w}{m_s} \right] \times 100$$

Donde:

SL = límite de contracción, y

V = volumen de la porcion suelo húmedo (= volumen del plato de contaccion) (cm^3).

-Si se desea, el cálculo de la relación de contracción (R) de la siguiente manera:

$$R = \frac{m_s}{(V_d \times \rho_w)}$$

Donde:

R = relación de contracción

-Si se desea, calcular la contracción volumétrica (V_s) de la siguiente manera:

$$V_s = R(w_1 - SL)$$

Donde:

V_s = contracción volumétrica.

w_1 = contenido de humedad, %.

-Si se desea, calcular la contracción lineal (L_s) de la siguiente manera:

$$L_s = 100 \left[1 - \left(\frac{100}{V_s - 100} \right)^{1/3} \right]$$

Donde:

L_s = contracción lineal.

Tabla de resultados.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso del Plato de Contraccion, (m) en gr.			
Peso del Plato + Suelo Humedo, (m_w) en gr.			
Peso del Plato + Suelo Seco, (m_d) en gr.			
Peso de la Porcion de Suelo Seco y la Cera en el Aire, (m_{sxa}) en gr.			
Masa de la Porcion de Suelo Seco y la Cera en Agua, (m_{sxw}) en gr.			
Peso de la porcion de suelo seco, (m_s) gr.			
Contenido de Humedad del Suelo en el momento en que se coloca en el plato, (w) %.			
Volumen de la Porcion de Suelo Seco y la Cera, (V_{dx}) en cm^3			
Masa de Cera, (m_x) en gr.			
Volumen de Cera, (V_x) en cm^3 .			
Volumen de la Porcion de Suelo Seco, (V_d) en cm^3 .			
Límite de Contracción (SL)			
Volumen de la Porcion Suelo Húmedo (V) (=volumen del plato de contaccion) (cm^3).			

LITERATURA CITADA

Ashbuner, J. E. Y Sims, B: G: 1984. Elementos de diseño de tractor y herramientas de labranza. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José, Costa rica, 473pp.

Cadena Zapata, M., Hoogmoed, W: B., Perdok, U: D: (2002). Field studies to asses the workable range of soils in the tropical zone of Veracruz, México. Soil and Tillage research pp. 68, 83-92.

Annual Books of ASTM (American Society for Testing and Materials) D 4943 – 02. Standard Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Wax Method.

Current edition approved July 10, 2002. Published September 2002. Originally published as D 4943 – 89. Last previous edition D 4943 – 95.

PRACTICA 4

NOMBRE: LIMITE SUPERIOR DE LABORABILIDAD

INTRODUCCION:

La laborabilidad del suelo indica la condición de cuándo las operaciones de labranza pueden ser ejecutadas para la preparación de la estructura y forma deseada de la superficie (Goense, 1987).

El límite superior de laborabilidad del suelo es el estado de humedad máxima a la cual un suelo dado todavía puede ser laborado sin sufrir deterioro de la estructura (compactación).

El valor específico de humedad máxima en la que un suelo puede ser laborado sin sufrir deterioro de la estructura (límite superior de laborabilidad) puede ser determinado en laboratorio por medio del método de la permeabilidad del aire.

PERMEABILIDAD (LIMITE SUPERIOR DE LABORABILIDAD)

PROPÓSITO:

Esta práctica de laboratorio se realiza para determinar la permeabilidad intrínseca (K) (límite superior de laborabilidad) de una muestra de suelo, así como la determinación del porcentaje de humedad para cada una de ellas. La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un líquido que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo determinado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos:

- La porosidad del material.

- La densidad del fluido considerado, afectada por su temperatura.
- La presión a que está sometido el fluido.

Para ser permeable, un material debe ser poroso, es decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. A su vez, tales espacios deben estar interconectados para que el fluido disponga de caminos para pasar a través del material.

Por otro lado, hay que hablar de una "permeabilidad intrínseca" (también llamada "coeficiente de permeabilidad"); como constante ligada a las características propias o internas del suelo. En donde este valor nos define los límites superiores de laborabilidad o inicio de la fase de compactación de un suelo.

OBJETIVO:

Determinar la permeabilidad (Limite Superior de Laborabilidad) intrínseca (K) de un suelo.

MATERIALES Y METODO:

- Tamiz de 2 mm
- Muestra de suelo a utilizar
- Equipo de presión (prensa neumática)
- Banco neumático para operación de prensa
- Espátulas
- Bolsas plásticas
- Cilindros de aluminio porta-muestras
- Permeámetro
- Estufa
- Báscula
- Vernier

- Cronómetro

Materiales y equipo utilizados en laboratorio.



Figura 6. Materiales varios.



Figura 7. Equipo de prensa.



Figura 8. Banco neumático aplicador de presión a través de un compresor.

PROCEDIMIENTO:

-Tamizar el suelo a 2 mm.



Figura 9. Suelo tamizado.

-Separar en bolsas plásticas la cantidad de suelo requerido y realizar el aporte de agua, para establecer el rango de humedad deseado. Se requiere sellar las bolsas y dejarla al menos 24 horas a temperatura ambiente para uniformizar la humedad de la muestra.



Figura 10. Suelo con humedad requerida.

-Poner el suelo tamizado con su humedad correspondiente en un contenedor con volumen conocido y estandarizar el peso para cada una de las muestras. Es importante enrazar o llenar el volumen conocido para tener una referencia para la toma de la lectura de la huella de presión sobre el suelo.



Figura 11. Llenado de muestras.

-Pesar en báscula de precisión el peso del cilindro contenedor más la muestra de suelo.



Figura 12. Pesado del contenedor con la muestra de suelo.

-Someter a compactación el suelo a través de la prensa neumática a una presión de 4 bar.



Figura 13. Prensado de la muestra.

-Se mide la distancia del borde del cilindro a la muestra compactada (huella).



Figura 14. Medicion de la muestra.

-Se somete la muestra a una prueba de permeabilidad utilizando el PERMEAMETRO KMOCH.

En este procedimiento se llena el contenedor de volumen conocido con agua, checando previamente que no exista fuga por la manguera, la llave es una conexión de una sola dirección con una válvula de paso, que conecta al recipiente con el contenedor de suelo. La muestra de suelo en el recipiente se encuentra compactada después de haberle aplicado la huella a la presión determinada y secada a la estufa

a 110 grados durante 24 horas. Posteriormente se sujeta el flotador y se pone en la parte superficial del volumen del agua y se abre completamente la llave en un solo movimiento, a partir del cual se toma el tiempo que recorre el flotador en un centímetro.



Figura 15. Prueba de permeabilidad utilizando el PERMEAMETRO KMOCH.

-Al final se pesa la muestra y se pone en la estufa a 105 °C durante 24 horas y para poder determinar el porcentaje de humedad.

-Para determinar la permeabilidad de las diferentes tipos de muestras se utiliza la siguiente Fórmula:

$$K = \frac{V\eta L}{TAP}$$

Dónde:

K= permeabilidad intrínseca para el flujo de aire.

V=volumen de aire en m³. (4.65 x 10⁻³ m³).

η= viscosidad dinámica del aire = 1.82 x 10⁻³ P.S.

L= altura de la muestra comprimida (huella) (mm).

T= tiempo (seg.) que tarda el flotador en recorrer el aire por la muestra de suelo para 1 cm.

A= área de la muestra de suelo comprimida ($A = \pi r^2 h$).

P= Presion del aire (423.24 N/m²).

-Para determinar el % de humedad de cada muestra se utiliza la siguiente fórmula utilizando el método Gravimétrico.

Determinación de humedad del suelo por método gravimétrico:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{PSH} - \text{PSS}}{\text{PSS}} \times 100$$

Dónde:

PSH = peso de suelo húmedo

PSS = peso de suelo seco

Tabla de resultados.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Permeabilidad de la muestra (K)				
% de Humedad de la muestra				
Peso de la muestra (gr).				
Altura de la muestra comprimida (L) en mm.				
Area de la muestra de suelo comprimida (A) en cm ² .				

LITERATURA CITADA

Goense, D., 1987. Mechanized farming in the humid tropics with special reference to soil tillage, workability and time liness of farm operations. A case study for the

Zanderij area of Suriname. PhD Thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Ríos. Camey. S. M. 2004. Determinación del límite superior de laborabilidad de dos texturas del suelo del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) Saltillo, basado en el método de la permeabilidad del aire. Tesis UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Kmoch, H. G., 1962. Die Luftdurchlässigkeit des Bodens, ihre Bestimmung und ihre Bedeutung für einige ackerbauliche Probleme. Bornträger, Berlin Germany, 90 pp.

PRACTICA 5

NOMBRE: LIMITE INFERIOR DE LABORABILIDAD

INTRODUCCION:

La laborabilidad es una cualidad del suelo que describe como este puede ser laborado fácilmente (FAO, 1983). Se determina según la textura, estructura y consistencia del suelo. La laborabilidad varia de suelo a suelo, de maquina a maquina y de una operación a otra (Simalenga, 1992).

El estado de humedad en que los suelos son friables es el de mejores condiciones para la labranza. Los suelos friables son los que poseen mejor estado de agregación para el cultivo (Baver, et al., 1980).

OBJETIVO:

Obtener el límite inferior de laborabilidad.

MATERIALES Y METODO:

- Terrón de masa constante
- Atomizador para la aplicación de agua al suelo
- Bolsas plásticas
- Estufa de secado
- Espátula
- Báscula de precisión
- Equipo para aplicar la energía a través de una masa conocida.
- Brocha

- Vernier
- Tamices de (44.45, 25.4, 15.875, 12.7, 4.0, 2.38, 1.19, menor de 1.19)

PROCEDIMIENTO:

Se estandarizan los terrones a manera de que se ajusten a una masa constante y se les agrega el contenido de agua deseado. Es importante dejar un terrón como testigo absoluto. Posteriormente se introducen a una bolsa de plástico y se sella de tal manera que quede completamente hermético durante 24 horas, con la finalidad de uniformizar la humedad en el terrón.



Figura 16. Peso del terrón para uniformizar la masa.

Los tratamientos se toman en un rango para el terrón 1 mayor a 2.13 ($T1 > 2.13$) y para el terrón 10 menor a 40.0 ($10 < 40.0$).

Después se saca el terrón de la bolsa, se toman las dimensiones del espesor, con la finalidad de conocer la distancia que recorre la masa hasta que hace contacto con el terrón.

Se determina el peso de la masa a aplicar. Este peso es constante (0.5349kg) (equipo de laboratorio). Después se calcula la distancia que existe entre la base superior inicial y la posición del terrón (Dt), es importante determinar la altura (D1), misma que se obtiene al restarle el espesor del terrón a la distancia (Dt).

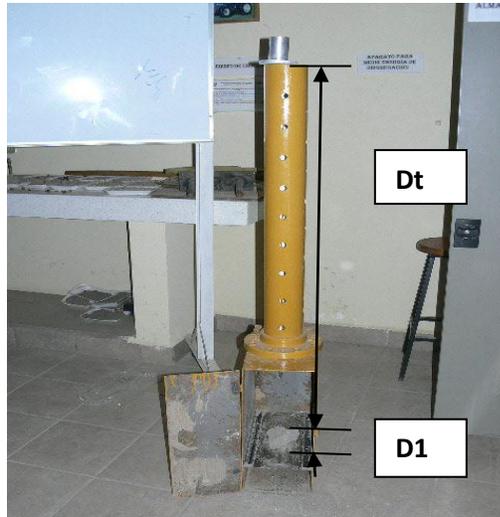


Figura 17. Cuantificación de las distancias para el cálculo de la energía utilizada para la disgregación del suelo.

Se posiciona el terrón en el centro de la lámina en donde la masa cae (centro de la lámina), se cierra el equipo para colectar la totalidad de la masa disgregada y evitar pérdidas, se deja caer la masa constante y posteriormente con la utilización de una brocha se colecta todo el suelo.

Se pesa el total de la masa de suelo disgregado y se pone en la estufa a 110 °C durante 24 horas, para luego tamizar diámetros seleccionados de mayor a menor y calcular el diámetro medio de agregados.

Fórmula para el cálculo de la aplicación total de energía para disgregar el suelo:

$$E = \frac{m_1 \times g \times d_t}{m_{\text{terron}}}$$

Donde:

E= Energía necesaria para disgregar un terrón. (Jkg⁻¹)

m₁= 0.5349kg masa constante utilizada para disgregar el suelo (equipo de laboratorio).

g= Gravedad= 9.81m/s²

dt = Distancia que existe entre la base o caída de la masa y el terrón (m).

m_{terron} = Masa del terrón (constante para el número de pruebas (kg).

Tabla de resultados.

	Terron 1	Terron 2	Terron 3	Terron 4	Terron 5
Energía necesaria para disgregar un terrón, (E) en (Jkg-1).					
Masa Constante Utilizada para Disgregar el Suelo (m1) en kg.					
Distancia que existe entre la base o caída de la masa y el terrón (dt) en mts.					
Masa del terrón, (Mterron) en kg.					

LITERATURA CITADA

Baver L. D., Gardner W. H. y Gardner, W. R. 1980. Física de suelos 1ª. Ed. En español, México. Unión tipográfica Editorial Hispano-Americana, S. A., 529 pp.

FAO, 1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. Rome, FAO Soils Bulletin 52.

Simalenga, T. E y H. Have. 1992. Estimation of soil tillage workdays in a sem-arid area. Journal of Agric. Eng. Res. 51: 81-89.

PRACTICA 6

NOMBRE: EFECTO DEL TAMAÑO DE AGREGADOS EN LA GERMINACION

INTRODUCCION:

Debido al problema existente en la producción de granos en México, ha surgido la necesidad de realizar pruebas, bajo condiciones de laboratorio, en agregados de tamaño uniforme con el objetivo de determinar el efecto del tamaño de agregados en la germinación.

La disminución de los rendimientos en los cultivos es cada vez mayor debido principalmente a la mala preparación de las camas de siembra, lo que resulta de la inadecuada selección y/o uso de implementos agrícolas.

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 el caso de la erosión. Sin embargo, el avance tecnológico surge por la necesidad de producir más intensamente sobre la 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 los cultivos (Navarro *et al.*, 2000)

OBJETIVO:

Obtener el tamaño óptimo de agregados para la germinación.

MATERIALES Y METODO:

1. Tamices
2. Charolas
3. Atomizador de gota fina
4. Recipiente de vidrio
5. Algodón comercial
6. Semillas
7. Suelo
8. Bolsas de plastico

Preparación de muestras:

Se tamiza suelo en seco y se distribuye en charolas según el tamaño de agregados, preparándose tres repeticiones por cada tamaño de agregados. Cada charola se va a considerar como una unidad experimental, haciendo un total de 27 unidades experimentales. Los diferentes rangos de tamaños de agregados se logran mediante tamices (Figura 17), quedando los tratamientos como sigue:

T1: Tamaño de agregados menor a 1.19mm.

T2: Tamaño de agregados 1.19-2.38 mm.

T3: Tamaño de agregados 2.38-4.00 mm.

T4: Tamaño de agregados 4.00-7.93 mm.

T5: Tamaño de agregados 7.93-12.70 mm.

T6: Tamaño de agregados 12.70-15.87 mm.

T7: Tamaño de agregados 15.87-25.40 mm.

T8: Tamaño de agregados 25.40-44.45 mm.

T9: Tamaño de agregados mayor a 44.45mm.



Figura 18. Tamices para la obtención de agregados de diferente tamaño.

Una vez que el suelo fue tamizado se preparan las muestras hasta llevarlas a un contenido de humedad del 25% agregándoles agua con un aspersor manual, posteriormente se tapan con un plástico con la finalidad de que no se pierda la humedad y sea uniforme en toda la muestra. La cantidad de agua a aplicar a cada muestra de suelo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Pw^* = \frac{\%H}{100} * PM$$

Donde:

Pw= Peso del agua en gramos.

%H= Porcentaje de humedad requerido (25%).

PM= Peso de la muestra en gramos.

*Considerar que 1gr de agua=1ml de agua.

Prueba de germinación

En un recipiente de vidrio de al menos 1 Lt se coloca algodón comercial, posteriormente se colocan 20 semillas, tomadas al azar, y se les riega agua

suficiente para mantener humedad, 5 días después de colocarlas se obtiene el porcentaje de germinación mediante la relación de plántulas germinadas con respecto al total de semillas colocadas en el recipiente.

PROCEDIMIENTO:

La siembra se efectua manualmente, distribuyendo uniformemente 15 semillas en cada unidad experimental.

Durante la práctica se proporciona agua para mantener la humedad de los agregados de suelo a 25%. Las unidades experimentales se deben regar cada tercer día con un aspersor manual tipo atomizador de gota fina.

El porcentaje de germinación se obtiene a los 9 dds (días después de la siembra) y se determina con la proporción del conteo de las semillas germinadas con respecto al total de semillas colocadas en la unidad experimental, incluyendo las plántulas emergidas y las no emergidas.

El número de semillas emergidas se contabiliza cada que se tuvo presencia de éstas (emergencia acumulada) y el porcentaje de emergencia se determina con la proporción de las plántulas emergidas con respecto al total de semillas colocadas en la unidad experimental.

Tabla de resultados.

	Unidad Experimental 1	Unidad Experimental 2	Unidad Experimental 3	Unidad Experimental 4	Unidad Experimental 5
Numero de semillas					
Numero de semillas germinadas					
Numero de semillas emergidas					

LITERATURA CITADA

Navarro, A., B. Figueroa, V.M. Ordaz, F.V. González. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. Terra Latinoamericana 18: 61-69 pag.

REYNOLDS C. M. A. y VELASCO T. J. O. 2012. Informe de Resultados. Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas de Producción.

PRACTICA 7

NOMBRE: DETERMINACION DE LA FUERZA Y POTENCIA EN LA LABOR DE CAMPO

INTRODUCCION:

Cadena (2000) realiza estudios relacionados con el uso de energía que señalan la ubicación de puntos óptimos de referencia del estado de humedad en el suelo en las cuales las labores de aradura y rastreo demandaron una menor inversión de energía. La relevancia de estos puntos estriba en que conociendo la curva de retención de humedad de suelos arcillosos y francos, se pueden ubicar los rangos del contenido de humedad a la cual se obtendrá una mejor calidad de labor con mínimo de aplicación de energía, asumiendo una correcta calibración y ajuste de la configuración tractor – implemento. Cadena (2000).

Por otro lado Hernanz, (1995), señala que las labores de preparación de suelos son la que más demanda energía. Los estudios encaminados a encontrar propuestas al uso eficiente de la aplicación de la misma en los sistemas agrícolas consideran principalmente el uso de energía en labores para establecer cultivos.

PROCEDIMIENTO PARA REGISTRO DE DATOS EN CAMPO:

El procedimiento para el registro de la información en campo después del ajuste de sensores es la siguiente:

Al abrir el software DaqView, se le da nombre al archivo y carpeta destino, además de la frecuencia de muestreo. Posteriormente en el menú “Data” dar un click seguido de “acquire”, lo que abre una ventana para empezar a adquirir los datos en mV enviados por los sensores.

Antes de ejecutar “Manual trigger”, alineamos el tractor en nuestra parcela, una vez alineado arrancamos en primera baja, al mismo tiempo ejecutamos “acquire” dejamos correr 500 datos para poder bajar el levante hidráulico del tractor en conjunto con los transductores octagonales y el implemento, al transcurrir los 5000 datos de prueba o los que se requieran para la distancia de 100 m en estado dinámico. Es necesario considerar 500 datos antes de terminar los datos totales, para hacer el levante del hidráulico y que el sistema de adquisición concluya sin interrupciones hasta finalizar los registros de prueba.

Al término de cada repetición (100 metros de recorrido) el programa automáticamente guarda el archivo en la carpeta destino asignado. Se recomienda que al término de cada repetición se grafiquen los datos para corroborar la autenticidad de los datos grabados y el buen funcionamiento de los sensores.

Se abren los archivos en Excel y se grafican los datos. Estos valores son absolutos en mili Volts. Los valores iniciales de la gráfica se llevan a valor cero, esto se hace, restando el primer valor de la columna a todos los valores de la misma columna.

Posteriormente se multiplican todos estos valores llevados a cero por la constante de calibración correspondiente.

Se emplea el programa realizado por Mojica; en el ambiente MATLAB 2012 que permite procesar toda la información a través de un análisis espectral en donde se puede conocer las fuerzas que se presentan durante la operación del implemento.

Para poder procesar la información en este ambiente de MATLAB 2012 se guardan todos los archivos generados en cada una de las pruebas con la extensión .DAT, entre comillas y delimitado por tabulaciones, por ejemplo: “text.dat” y de esta manera poder “llamar” el archivo en nuestro programa y procesarlo.

Mojica (2000); menciona que la información que se obtiene del sistema de adquisición de datos es de tipo dinámico porque varía en el espacio tiempo y aleatorio porque no tiene un comportamiento definido originado por la heterogeneidad del suelo, ya que depende de las fuerzas en la interacción del suelo- implemento que son registrados durante la operación de la herramienta.

Para determinar la fuerza máxima que requiere cada herramienta o arreglo y dimensionar el dinamómetro o transductores de fuerza, es necesario conocer las magnitudes de las fuerzas de reacción del suelo y su frecuencia correspondiente, para lo cual, como se mencionó, se realiza un análisis espectral de datos obtenidos.

Un espectro es típicamente presentado por una gráfica de la magnitud o valor relativo de un parámetro contra la frecuencia. Cada fenómeno físico, ya sea electromagnético, mecánico, hidráulico, térmico o de algún otro sistema tiene un espectro único asociado a él.

Para conocer esta información se selecciona el algoritmo de la transformada rápida de Fourier incluido en el programa de MATLAB 2012 antes mencionado, este algoritmo calcula el espectro de frecuencia de los datos obtenidos, y a partir de aquí se pueden localizar la mayor magnitud ocurrida y su correspondiente frecuencia (Mojica, 2000).

DETERMINACIÓN DE FUERZAS:

Una vez obtenidos todos los resultados de las pruebas, procedemos a analizar los datos utilizando Matlab 2012.

Abrimos Matlab, introducimos nuestros datos y el programa nos arroja la media y el espectral de cada prueba, una vez obtenido esto se procede a realizarel cálculo de la fuerza en KN requerida para cada prueba bajo el siguiente procedimiento.

1. Una vez obtenido la media y el espectral de cada prueba.
2. Se procede a sumar ambos resultados, media y espectral para obtener una suma en volts.

3. Posteriormente se procede a multiplicarlos por 1000 para llevarlos a mili-volts.
4. Una vez hecho esto se multiplica la constante localizada en kN con el resultado en milivolts para obtener la fuerza de cada prueba encontrada en kN.
5. Para concluir los valores encontrados de las fuerzas se les saca un promedio para cada prueba.

DETERMINACIÓN DE POTENCIA:

Velocidad de trabajo

La velocidad de trabajo se determina durante la prueba, se mide el tiempo que transcurre en recorrer una distancia de 100 (m) según sea el caso, previamente se ubican dos balizas en las esquinas del terreno dejando espacios al inicio y al final de la parcela.

La ecuación para calcular la velocidad de trabajo es la siguiente:

$$V = \frac{d}{t}$$

Dónde:

V= Velocidad (m/s).

d = distancia recorrida (m).

t = tiempo (seg).

Una vez determinados los valores de velocidad (m/s) y obtenida la fuerza (kN) que se requiere para cada prueba, se procede a determinar la potencia requerida para la labor y esta se obtiene del resultado de multiplicar la fuerza con la velocidad, que esto nos dará la potencia obtenida en (kW) para cada prueba.

La ecuación para determinar la potencia es la siguiente:

$$P = F \times V$$

Donde:

P= Potencia (Kw)

F= Fuerza (kN)

V= Velocidad (m/s)



Figura 19. Captura de datos en campo.

LITERATURA CITADA

Cadena Z. M., Valenzuela G. J. R., De la Peña C. B. E., Gaytán M. T. 2000. Informe de las actividades realizadas con la maquinaria bajo contrato “UAAAN New Holland”. Departamento de Maquinaria Agrícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Hernanz, J. L. 1995. Equipos y sistemas de labranza, desarrollo y evolución de aperos, Vida rural, número 21, septiembre de 1995 pp. (46-47).

MOJICA L. E. D. 2000, Evaluación de discos cortadores de residuos y surcadores para labranza de conservación, empleando equipo multiuso de tracción animas, tesis, licenciatura, instituto tecnológico de veracruz, ver: México.

CRUZ P. V. H. 2014. Determinacion del Gasto de Energía en Diferentes Tipos de Labranza y Mejoradores de Suelo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. (18-20) pag.

PRACTICA 8

NOMBRE: DETERMINACION DE LA ENERGIA ESPECÍFICA APLICADA EN LA LABRANZA

INTRODUCCION:

En las labores de manejo del suelo, actualmente se requiere un gran consumo de energía en forma de combustible, ésto, es un factor que puede limitar la actividad agrícola pues reduce el costo beneficio del sistema de producción (Kichler et al., 2007); no obstante, si se implementan cambios tecnológicos apropiados en los sistemas de producción de alimentos, entre ellos agricultura de conservación se estima que se puede reducir hasta 50% el uso de energía fósil en los mismos (Pimentel et al., 2008).

La reducción del uso de energía en los sistemas de producción agrícola, es un tema actual de gran importancia, pues contribuye al éxito financiero de dichos sistemas y disminución de subsidios, además de enfrentar una gran competencia en el mercado globalizado. Los agricultores consideran opciones de reducción de labores y gasto de energía para bajar costos, como es el caso del uso de sistemas de agricultura de conservación, que implica reducción de labranza (Derpsch, 2007).

Para muchos agricultores, antes que una conciencia conservacionista, la principal razón de la adopción de los sistemas de agricultura de conservación es la posibilidad de reducción de labores y costos (Steiner, 1998).

DETERMINACIÓN DE ENERGÍA ESPECÍFICA:

Para determinar la energía específica aplicada en la labranza, se toman los datos de potencia requerida para la labor obtenidos en la práctica 8, y procedemos a sustituirlos en la siguiente formula:

Formula para determinar la Energía Específica:

$$E_s = \frac{P}{G/S}$$

Donde:

E_s = Energía Específica (J/Kg)

P = Potencia (J/s)

$$G/S = A \times P \times V \times \rho$$

Donde:

G/S = Masa de suelo movida en el tiempo en que tarda en ser trabajada (Kg/s).

A = Ancho de trabajo (m).

P = Profundidad de trabajo (m).

V = Velocidad de trabajo (m/s).

ρ = densidad aparente (Kg/m³)

LITERATURA CITADA

Derspch, R. 2007. The no tillage revolution in South America. Farm Tech Proceedings 54-68.

Kichler, C.M. J.P. Fulton, R.L. Raper, W.C. Zech, T.P. McDonald, C.J. Brodbeck 2007. Spatially Monitoring Tractor Performance to Evaluate Energy Requeriments of Variable Depth Tillage and implement Selection ASAE anual meeting 2007 paper 071028.

Steiner, K.G. 1998. Conserving Natural Resources and Enhancing food security by adopting no tillage. TÖB Publication No. F-5/e GTZ. Echborn. Germany.

PRACTICA 9

NOMBRE: RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN POR MEDIO DEL PENETRÓMETRO DE CONO DIGITAL – MANUAL (FIELDSCOUT SC 900)

INTRODUCCION:

La resistencia a la penetración es un buen índice para evaluar problemas de restricción en el desarrollo radicular de las raíces de los cultivos, por la presencia de capas compactas y/o baja porosidad. La penetrabilidad del suelo permite conocer la facilidad con que un objeto puede ser introducido en el, es decir, la resistencia mecánica que ofrece el suelo a la expansión lateral y al corte que produce dicho objeto. Esa resistencia no es propiedad particular del material, sino que es la suma de los efectos de diferentes características y propiedades, tales como densidad aparente, contenido de humedad, resistencia a la penetración y al corte, las cuales a su vez, son consecuencia de la distribución del tamaño de partículas, de la estructura, y de la composición mineral y orgánica presentes en el suelo. (Salas, 2013)

La compactación del suelo evita la penetración de la humedad, reduce el consumo de fertilizantes, químicos y dificulta el desarrollo radicular de la planta. En algunos casos la pérdida del rendimiento puede ser de hasta un 30% debido a la compactación.

Las lecturas realizadas con el equipo (figura 20) en el suelo son determinadas mediante un sensor sónico, el valor de índice de cono se almacena en la computadora del equipo desplegándose en unidades tales como PSI o kPa (libras sobre pulgada cuadrada o kilo Pascales).

OBJETIVO:

Determinar la resistencia a la penetración en varios puntos de una parcela

MATERIALES Y METODO:

- Penetrómetro digital sónico FIELDSCOUT SC 900

-Cono nuevo. (Diámetro de 0.505")

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS LECTURAS

Para obtener un perfil de muestreo:

1. Presionar y liberar el botón de inicio.
2. Esperar a que en la pantalla se despliegue la información del perfil. La línea superior muestra el índice de cono actual y la profundidad. En la superficie la profundidad deberá ser de cero. La segunda línea indica cuantos perfiles han sido tomados.
3. Mantener alejados los pies al menos cuatro o seis pulgadas de la punta de sonda, esto asegura que el sensor sónico mida con precisión.
4. Empuje la sonda en el suelo lenta y uniformemente de modo que no haya ninguna tensión en el lado del eje. Si un mensaje de error es generado comience de nuevo removiendo la sonda y pulse el botón de inicio.
5. Remueva la sonda suavemente. Si el perfil fue leído correctamente se desplegará un mensaje de lectura completa.
6. Se pueden revisar las medidas de incremento de compactación pulsando el botón de revisión.
7. Presionar inicio cuando se esté listo para la siguiente lectura.



Figura 20. Penetrómetro digital sónico
FIELDSCOUT SC 900

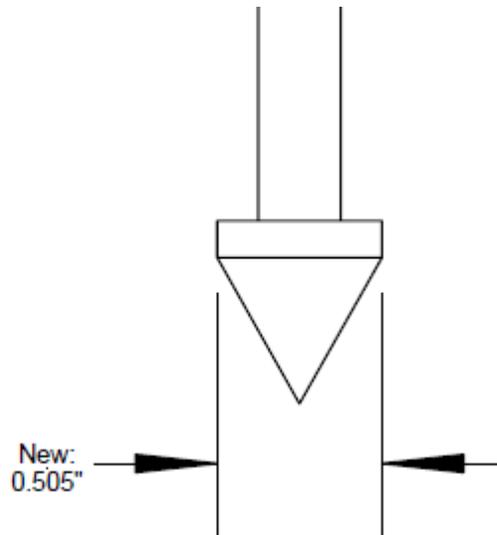


Figura 21. Diametro de un cono nuevo.

LITERATURA CITADA

SALAS S. R. 2013. Evaluación en campo y generacion de mapas de sensores de resistencia a la penetracion, energía y resistencia a la falla. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 83 p.