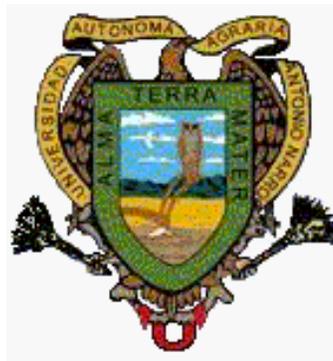


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO Y RESULTADOS TECNOLÓGICOS DEL
VIBROCULTIVADOR MODELO NH 700 EN LABRANZA DE SUELOS DE
ZONAS SEMIÁRIDAS.**

POR:

RENÉ FÉLIX DOMÍNGUEZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

**Buenavista Saltillo Coahuila, México.
Septiembre del 2001.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**Evaluación del desempeño y resultados tecnológicos del vibrocultivador modelo
NH 700 en labranza de suelos de zonas semiáridas.**

Por:

René Félix Domínguez López.

TESIS

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

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA.

Aprobada por el comité de tesis

Asesor principal

Dr. Martín Cadena Zapata

Sinodal

Sinodal

M.C. Héctor Uriel Serna Fernández

M. C. Juan Antonio Guerrero Hernández.

Coordinación de la División de Ingeniería

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos.

Buenavista Saltillo Coahuila, México. Septiembre del 2001.

DEDICATORIA.

A Dios:

Señor, me diste la oportunidad de venir a este mundo, me proporcionaste una vida maravillosa a lado de mis seres queridos, me permitiste ser lo que soy ahora. Gracias señor Dios.

Al apóstol Santiago:

A quien dedico este trabajo, ya que el me guió por el buen camino de la responsabilidad, de la paz espiritual, de la salud y de la amistad. Gracias apóstol.

A mis padres:

Sra. Lucas López Castro (+) y al Sr. Rosendo Domínguez Díaz gracias por darme la vida.

Al Sr. Maurilio López Castro:

A ese gran amigo de toda la vida, a ese padre que me inculco sus principios morales, su educación, quien me apoyo moral y económicamente a quien admiro y respeto. Gracias Señor por darme un padre maravilloso.

A la Srita. Ramona López Castro:

La mujer mas amable y bella del mundo, mi madre, esa mujer que con sus consejos, apoyo moral supo guiarme por el buen camino, de la cual estoy muy orgulloso de ella, le doy gracias a dios por haberla puesto en mi camino. "Dios te bendiga mama".

A mis hermanos:

Edvina, Hugo, Gabriel, Teresa, Virginia , Alejandro y Fredy. Por ese apoyo que me proporcionaron, por esa amistad y cariño que me dieron, a quienes admiro y respeto. Gracias hermanos.

A mis sobrinos:

A quienes quiero y respeto. Gracias por su valioso cariño que me tienen.

“De una forma muy especial, les agradezco su apoyo.”

AGRADECIMIENTOS.

A la U.A.A.A.N:

A esta casa de estudios le estoy agradecido por haberme dejado entrar y salir triunfantemente, por haberme acogido en su seno del conocimiento, por haberme formado todo un profesional. Siempre le estaré agradecido.

A el Dr. Martín Cadena Zapata:

A esta gran persona, que me brindo su amistad y su confianza, que me apoyo en todo para culminar este trabajo, el cual le estoy sinceramente agradecido.

A el M.C. Héctor Uriel Serna Fernández:

Por su gran amistad y apoyo que me proporciono al realizar este trabajo.

A el M. C. Juan Antonio Guerrero Hernández:

Por su gran amistad y apoyo que me proporciono al realizar este trabajo.

A los Ingenieros del Depto. Maquinaria:

Ramiro Luna, Sergio Martinez, Dr. E. Aguinaldo García , Blanca Elizabeth de la Peña, Jesús R. Valenzuela, José Juan Treviño, Saúl Soto , Rosendo Gonzáles, Tomas Gaytán, gracias por su apoyo.

A mis compañeros de generación:

Osvaldo, Jonás, Alejandro Carmona, Alejandro Valencia, Artemio, Omar, Jorge, Samuel, Jaime, Miguel, José de la Torre, José Ángel, Cesar, Antonio, Pedro, Miguel, Gabriel, Roel y a mi gran amigo y compañero Heriberto Cervantes Contreras.

A la Sra. Yolanda Cortés:

Gracias Yolanda por apoyarme en todo. Dios te bendiga.

A la familia Jaramillo Sánchez:

A esa gran familia que me brindo su amistad, su apoyo moral y por todo lo que hicieron por mi, sinceramente gracias.

A la familia González Hernández.

A quienes agradezco profundamente su amistad.

A mis compañeros de casa. Gracias por convivir en armonía.

“ fui buitre, soy buitre y seguiré siendo buitre”.

INDICE.

	página.
Indice de cuadros.....	vii
Indice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
I. Introducción.....	1
1.1 Generalidades de la labranza en los sistemas de producción agrícola	1

1.2 Necesidades de desarrollar metodología para la evaluación de maquinaria utilizada en la labranza de conservación	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Hipótesis.....	4
II. Revisión de literatura.....	5
2.1 Descripción y utilización de implementos tipo cincel	5
2.2 Generalidades del laboreo de suelos para producción agrícola.....	10
2.3 Protocolos para evaluación de implementos de labranza con cinceles (normas).....	14
III. Materiales y métodos.....	15
3.1 Implemento.....	15
3.2 Métodos.....	17
3.2.1 Trabajo de laboratorio y taller.....	17
3.2.2 Trabajo de campo.....	17
3.2.3 Medición de la retención de humedad.....	19
IV. Resultados y discusión.....	22
4.1 Localización y descripción del sitio experimental.....	22
4.2 Prueba del implemento en laboratorio.....	24
4.3 Descripción del implemento.....	24
4.4 Evaluación en campo.....	27

V. Conclusiones y Recomendaciones.....	41
VI. Literatura Citada.....	43
ANEXO 1.....	46
ANEXO 2.....	49
ANEXO 3.....	55
ANEXO 4	57
ANEXO 5.....	59

INDICE DE CUADROS

	Pagina.
Cuadro 1. Análisis textural del suelo del sitio experimental	23
Cuadro 2. Análisis del % de materia orgánica	24
Cuadro 3. Límites y rangos de composición en % para aceros 9255.....	25
Cuadro 4. Propiedades mecánicas para aceros 9255 en condiciones con tratamiento.....	26
Cuadro 5. Resultados de las pruebas de dureza realizadas en los laboratorios del Cinvestav- Unidad Saltillo.....	26
Cuadro 6. Peso de las partes de los cinceles.....	27
Cuadro 7. Humedad en el perfil del suelo al momento de las labores.....	28
Cuadro 8. Densidad aparente en el perfil del suelo antes de las labores.....	28
Cuadro 9. Parámetros y condiciones de las parcelas después de la labor	31
Cuadro 10. Densidad aparente después de la labor.....	34
Cuadro 11. Diámetro medio de los agregados.....	35
Cuadro 12. Datos climáticos proporcionados por la Comisión Nacional de Agua en el monitoreo de la retención de humedad.....	36

INDICE DE FIGURAS

	Pagina.
Figura 1.Vista isométrica del vibrocultivador.....	15
Figura 2.Ubicación geográfica del área de estudios	22
Figura 3.Ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve antes del trabajo con el vibrocultivador.....	29
Figura 4.Ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve antes del trabajo con el arado.....	30
Figura 5.Ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve después de trabajar con el vibrocultivador.....	33
Figura 6.Ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve después de trabajar con el arado.....	34
Figuras 7.Graficas del contenido de humedad monitoreadas los días del 1 de Mayo al 13 de Mayo del 2001.....	37

RESUMEN

Los sistemas tradicionales de producción han provocado la degradación del suelo de hasta un 80% de la superficie nacional. Es conveniente hacer un cambio en el sistema agrícola tradicional, una alternativa para evitar la degradación del suelo es la labranza de conservación. Dado que existe muy poca información acerca del desempeño de los implementos para este último sistema, es necesario que exista información técnica para la selección y operación de estos implementos, de tal manera, que el usuario pueda saber en que condiciones podrían utilizarlos en forma eficiente tanto técnica como económicamente. En esta investigación se obtuvo y se analizó información sobre el desempeño y resultados tecnológicos del vibrocultivador modelo NH. 700 en labranza de suelos de zonas semiáridas. El experimento se realizó a un costado del campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en condiciones de ambiente semiárido. Se evaluó el desempeño del vibrocultivador y se comparó con el de un arado que se usa normalmente en la región para el laboreo convencional. Al realizar la evaluación de ambos implementos en las mismas condiciones edáficas, climáticas y tecnológicas se cuantificó que el vibrocultivador alcanzó mayor profundidad, mayor ancho de trabajo, menor consumo de combustible y ahorro de tiempo de trabajo. Comparado en la retención de humedad, se pronosticaba que con el arado de discos se captaría y se conservaría más humedad, porque se obtuvo un menor valor de densidad aparente después de la labor, sin embargo la diferencia en la retención y conservación de humedad no fue significativa. En esta primera

etapa de evaluación el desempeño técnico del vibrocultivador fue mejor que el arado, sin embargo se recomienda evaluarlos a diferentes coberturas de mantillo para cuantificar la retención de humedad.

I. INTRODUCCION

1.1 Generalidades de la labranza en los sistemas de producción agrícola. En la actualidad los investigadores han hecho grandes esfuerzos en lograr mejores tecnologías para el incremento de la producción y productividad de los predios, mientras que por otro lado el sistema tradicional de producción, vía movimiento del suelo, origina disminución de la materia orgánica, compactación, acidificación y salinización; en casos, extremos como sucede en algunos estados de la Republica Mexicana, hasta la perdida total de suelo arable (Gonzales R, L 2001).

La degradación de los suelos que afecta en diferentes grados el 80 % de la Republica Mexicana, es un fenómeno soslayado por la sociedad y las políticas económicas (sobreexplotación de los recursos naturales), pero que debe ser frenado, pues atenta contra la capacidad de producción de los alimentos de las generaciones próximas aun más, contra el desarrollo y permanencia de las poblaciones en sus tierras, ya que los efectos de la degradación de los suelos, da lugar a problemas de nutrición, salud y al fenómeno de migración y abandono de los predios, con graves repercusiones posteriores. En síntesis, las herramientas que han contribuido inexorablemente a la perdida del suelo y su contenido de materia orgánica han sido el hacha, el fuego, el arado (Figuroa y Flores , 1990, Gonzáles R, L 2001).

El cambio tecnológico no es fácil, algunos agricultores han sostenidos sus sistemas de producción por costumbre y es difícil esperar el cambio espontáneo ya que hay pocos apoyos para instruir a los agricultores en los

modernos sistemas de la conservación de los suelos y esto va en demérito de su producción y productividad.

La imposibilidad de contrarrestar estos factores por los medios tradicionales, es obvia, ya que cualquier programa gubernamental que tuviera la finalidad de encausar positivamente soluciones a los problemas aquí descritos, daría lugar a la aparición de subsidios, que por su magnitud serian nocivos para la economía del país y no seria congruente con la política de apertura comercial, globalización y competitividad.

Hoy en día, con los avances agropecuarios con un enfoque a los sistemas de conservación, las grandes empresas de maquinaria agrícola están lanzando al mercado agropecuario nuevos implementos para la conservación de los suelos. Uno de los implementos mas utilizado en este mismo sistema de conservación es el arado de cinceles, y dentro de estos una variante es el vibrocultivador (New Holland, 2001).

La compañía New Holland señala que el Vibrocultivador, es un implemento diseñado para la preparación de la tierra bajo el sistema de labranza de conservación, rompe y desmenuza el suelo creando condiciones óptimas para la germinación de la semilla, abre sin voltear el suelo dejando los residuos de cosechas anteriores sobre la superficie, evita la perdida de agua por evaporación y protege al suelo contra la erosión por el viento. Este implemento, viene a reemplazar las labores de barbecho y rastreo, disminuye los costos de producción y menor uso del tractor, además por el ancho de corte de cada uno de sus modelos ofrece al productor un excelente rendimiento (New Holland,2001).

La agricultura de conservación, es el sistema de producción que puede cambiar radicalmente la situación de degradación de suelo, algunos agricultores han adoptado este sistema y ven con satisfacción como sus ingresos han mejorado considerablemente y lo mejor de todo es que están

tomando conciencia de la necesidad que se tiene en el aprender a conservar el suelo (Ibarra, T., R. s/f). Sin embargo, aunque los beneficios pueden ser muy positivos pero el cambio debe ser paulatino por el simple hecho de que en la mente de los agricultores mexicanos el movimiento del suelo tiene arraigo de cientos de años (González R, L 2001).

Como se señalo actualmente las empresas de maquinaria agrícola están diseñando y fabricando nuevos implementos para el sistema de labranza de Conservación, como son las sembradoras y vibrocultivadores, para que los costos de producción ya no sean tan elevados como en los sistemas tradicionales. Aunado a la disponibilidad de tecnología, también los agricultores requieren de la capacitación adecuada y oportuna para encaminarlos a éstos nuevos sistemas de conservación y producción agrícola (González R, L. 2001).

1.2 Necesidad de desarrollar metodologías para la evaluación de maquinaria utilizada en labranza de conservación.

Las nuevas tecnologías desarrolladas en el área de ingeniería agrícola solo tienen posibilidad de incorporarse exitosamente a un sistema de producción si reúnen características de compatibilidad con el sistema mismo, considerando aspectos técnicos, sociales y económicos (Smith y Sims, 1990). El término evaluación se refiere a un análisis del comportamiento de una tecnología bajo condiciones agrícolas reales, es decir se compara el desempeño con los requerimientos para los que fueron diseñados (Crossley and Kilgour, 1983). Dada la variedad de condiciones de trabajo reales y los niveles de sofisticación de implementos agrícolas diseñados para un objetivo, se hace difícil compilar procedimientos ó metodologías estandarizados a nivel internacional para la evaluación de los mismos, por lo que cada país ha optado por elaborar

metodologías adaptados a sus condiciones locales (Smith y Sims, 1990). En México se ha iniciado la elaboración de normas y procedimientos para la prueba y evaluación de maquinaria agrícola (SAGAR, 2000) , y dada la problemática que se tiene con la labranza convencional una de las prioridades es contar con información sobre el desempeño de la tecnología disponible para implementar sistemas conservacionistas. La evaluación se debe basar en los objetivos que la maquinaria debe cumplir para satisfacer los requerimientos de un buen establecimiento del cultivo, conservación de los recursos suelo y agua, así como un mínimo uso de energía. Para lo anterior se tendrá que determinar que parámetros son adecuados para caracterizar el desempeño, como y con que instrumentación se deben cuantificar los parámetros y dentro de que rangos pueden satisfacer los requerimientos mencionados.

Dado que existe muy poca información acerca del desempeño de los implementos para este sistema, es necesario que exista información técnica para su operación de estos implementos, de tal manera, que el usuario pueda saber en que condiciones podrían utilizarlos en forma eficiente tanto técnica como económicamente. En base a lo anterior el presente trabajo fue realizado para cumplir los siguiente.

1.3 OBJETIVOS:

- ❖ Evaluar el desempeño del vibrocultivador realizando una comparación técnica con la referencia de barbecho de aradura convencional, con la referencia del arado de discos.
- ❖ Monitorear la humedad después de la labor de ambos implementos.

1.4 HIPÓTESIS:

Comparado con el sistema de labranza tradicional, el sistema de labranza de conservación donde se utilice el vibrocultivador se tiene un mejor desempeño y resultados tecnológicos de la labor en terrenos de zonas áridas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Descripción y utilización de implementos tipo cincel.

Los cultivadores están dotados de varios soportes donde se adaptan, rejas, escarificadores, extirpadores y generadores de praderas

Las rejas cultivadoras o cavadoras, realizan un pequeño volteo de tierra y aporcan las alienaciones de las plantas.

Las escarificadores son rejas estrechas que remueven el suelo sin producir volteo.

Las rejas extirpadoras es de forma plana, para cortar la vegetación espontánea entre dos tierras.

La generadora de praderas es una cuchilla que corta verticalmente el suelo, donde se efectúa un rayado a profundidad variable.

(García F. J. 1961).

Los cultivadores son aperos constituidos por una serie de herramientas de trabajo formada por brazos sobre los que se montan los dientes o rejas, según el tipo de labor a realizar. En cualquier caso incorporar resortes, o bien los propios brazos tiene la facultad de actuar como resortes.

Las acciones que los cultivadores ejercen sobre el suelo son las siguientes:

- Esfuerzo cortante:

Al avanzar la herramienta se produce una fragmentación debida al esfuerzo cortante a que es sometido el suelo que se fractura en forma de V según una sección transversal al avance.

- Compresión:

La fragmentación se completa con la acción de compresión sobre los terrones producida entre ellos mismos y el diente o reja.

- Rozamiento:

Al existir un desplazamiento relativo entre terrones se genera una fricción superficial con desprendimiento de tierra fina que se desplazada hacia el fondo del perfil trabajado, a ello hay que añadir el efecto de la vibración que adquieren los dientes, el cual ayuda considerablemente a la formación de tierra fina.

- Remontado de terrones.

Debido al ángulo de inclinación de la herramienta se produce un desplazamiento de los terrones hacia la superficie ocupando su lugar los fragmentos más pequeños así como la tierra fina.

- Modificaciones del microrrelieve superficial.

Los cultivadores alteran la superficie del suelo modificando su microrrelieve. Cuando el trabajo se efectúa sobre una labor primaria con terrones grandes, además de su fragmentación se produce un desplazamiento transversal que tiende a homogenizar el microrrelieve.

Los cultivadores, se emplean en múltiples funciones: extirpación de malas hierbas, desmenuzamiento de los terrones formados al labrar sin apelmazar la tierra con profundidad, mullido de la capa superior del terreno con objeto de airear el suelo e impedir que el agua contenida en el mismo ascienda por capilaridad a la superficie y se evapore, así como la preparación del terreno para el riego e incorporación al suelo de abonos y pesticidas.

Podemos distinguir las siguientes formas de rejas ordenándolas de menor a mayor anchura:

- a) Regeneradores de prados.
- b) Escarificadores.
- c) Binadoras.

- d) Cavadoras.
- e) Aporcadoras.
- f) Extirpadoras(de cola de golondrina).

En cuanto a los brazos o soportes, podemos distinguir:

- a) Rígidos con muelle o semirrígidos: en general llevan muelles en espiral trabajando a tracción o compresión.
- b) Flexibles : los brazos son flexibles en toda su longitud. Trabajan de un modo satisfactorio ya que ceden, ante los obstáculos y por su vibración desmenuzan mejor los terrones. Los dos soportes más comunes son los de ballesta (vibrocultivador) y los brazos en espiral (Ortiz Cañavate J. y J. L. Hernanz 1989).

En los cultivadores los dientes van ensamblados, si bien firmemente sujetos en posición de trabajo por medio de fuertes muelles. Estos últimos dientes ofrecen la ventaja de poderse levantar al tropezar con obstrucciones, sin impedir el trabajo de los inmediatos. Se aleja también que la vibración de los dientes provistos de muelles-resortes favorece la acción pulverizador del suelo (Cornelius, D. 1963).

El cultivo se refiere a las operaciones de labranza que se realizan después de sembrar. Generalmente, el término cultivadora se aplica a un implemento diseñado para las labores culturales de cultivos en hileras.

Aunque la finalidad principal del cultivo es eliminar malezas, existen fines secundarios que son: Preparar el suelo para retener la lluvia, tener mejor aireación, la incorporación de fertilizantes, proporcionar apoyo en las plantas (Hunt, D. 1983).

El objetivo que se persigue con el cultivo es conservar la tierra, en donde se están desarrollando las plantas, en forma suelta, mullida y libre de hiervas extrañas, y aunque parece que hay teorías que aconsejan lo contrario, el cultivo,

desde siembra, se ha utilizado también con el objeto de conservar lo mas posible la humedad en el suelo.

Partes de una cultivadora:

Marco: En este se instalan los timones y accesorios de que consta la cultivadora.

Timones: los timones pueden ser rectos o curvos, en su parte inferior tienen un soporte donde se instala el vástago o portarreja.

Vástago: esta pieza va unida al timón y se puede deslizar sobre el, para dar diferente posición a las rejas de cultivo.

Pala y Escardillos: las palas carecen de aletas y solamente tienen cuerpo y doble punta. Los escardillos tienen vástago, punta y aleta.

Surcadores: son rejas de doble vertedera de una sola pieza.

Protectores de cultivo: constan de dos laminas que se instalan en el bastidor y sirven para proteger al cultivo de la tierra que desplazan los escardillos.

Algunas cultivadoras pueden tener un disco, que se instala en la parte central del implemento, para evitar deslizamientos laterales y bruscos de la cultivadora al ir trabajando (Soto M. S. 1983).

Los cuidados culturales son operaciones que requieren una clase de herramientas capaces de remover la superficie del terreno a escasa profundidad de modo que las malas hiervas jóvenes queden destruidas y el crecimiento de las plantas cultivadas se aceleren. Hay muchos tipos de cultivadores; desde los pequeños de jardín empujados manualmente, adecuados para jardines y huertos familiares, hasta los grandes de 8 surcos suspendidos del tractor, capaces de trabajar de 40-50 ha por día. Los tractores provistos del sistema de enganche con tres puntos emplean generalmente cultivadores suspendidos de la parte

trasera del tractor. Los tractores de cadena pueden llevar el cultivador suspendido tanto de la parte frontal como de la trasera (Pearson Smith, H. 1979).

Otros implementos para cultivar, nos menciona que si entendemos por el cultivar, matar malezas, podremos incluir en ellos a los lanza llamas y los aplicadores químicos. Pero cuando decimos cultivadoras, generalmente pensamos en una máquina para labrar, voltear y mullir la tierra, así como también matar las malezas.

Las cultivadoras se clasifican en:

- Cultivadoras Montadas: Se llevan adelante o atrás del tractor.
- Cultivadora de Arrastre: Esta se transporta sobre sus propias ruedas.

Algunos tipos de cultivadoras no se usan para cultivar en hileras, sino para labrar y mullir la tierra (Stone, A. 1961).

El arado de cincel básicamente se utiliza para el cultivo primario. Su función principal, en relación con los arados de vertedera o de disco, es romper, remover y airear el suelo sin cubrir ni volver la hojarasca demasiado. De cierta manera, aunque parezca extraño, estos arados son los “descendientes estilizados” de los palos de horquillas que los primeros granjeros del mundo utilizaron.

Los versátiles y modernos arados de cinceles tienen dos o tres hileras de vástagos alternados (generalmente un vástago por cada 30 cm de ancho), acoplado a la barras tubulares del armazón, que puede utilizarse para una gran variedad de palas, puntas de cincel, púas y escardillos hasta un total de unos 76 cm de ancho (para matar la malezas o barbechos de verano).

La tracción que demanda el arado de cincel es tal vez la mitad de un arado de vertedera trabajando el mismo ancho y profundidad, los que quiere decir que

cualquier tractor puede producir el doble de hectáreas en un día de cultivo con cincel.

Los arados de cincel dejan la superficie aspara y cubierta de hojarasca y que es ideal para la retención de humedad y reducir la erosión del viento. Son herramientas excelentes para extender la cobertura de rastrojo. No rinden demasiado en un suelo húmedo, pero son muy efectivos cuando el suelo está seco y firme y son los mejores para fragmentar el suelo a velocidades bastante rápidas en tales condiciones.

Están disponibles en casi todos los tamaños del tractor. Los anchos varían de 1.5-6 metros en los modelos integrales hasta 13 metros en los modelos de tiro con voladizos plegables, que pueden trabajar 100 ha o más al día a 10 km/h (Buckingham, F. 1984).

El vibrocultivador es un implemento diseñado para la preparación de la tierra bajo el sistema de labranza de conservación, rompe y desmenuza el suelo creando condiciones óptimas para la germinación de la semilla, abra sin voltear el suelo dejando los residuos de cosechas anteriores sobre la superficie, evita la pérdida de agua por evaporación y protege al suelo contra la erosión por el viento (New Holland 2001).

2.2 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. (Figuroa 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 labranza fabricadas en Tulancingo Hgo. (FIRA, 1996).

Definiciones de Labranza.

La labranza ha tenido con el tiempo diferentes definiciones, como a continuación mencionamos:

- ❖ Es la manipulación química- física o biológica de los suelos para optimizar la emergencia de la semilla.

- ❖ Secuencia de las operaciones y manipulaciones del suelo llevadas a cabo para producir un cultivo.

En muchas ocasiones existen confusiones al hablar de labranza de conservación, ya que también se denomina cero o mínima labranza, labranza química o labranza reducida, sin embargo cada una de estas definiciones tienen su fundamento, por lo que a continuación se tratara de definir cada uno de los sistemas mencionados (González, R, 2000).

Labranza convencional o tradicional.

Se puede decir que es el sistema dominante en México, en el cual mayoritariamente intervienen la utilización de implementos de tiro animal o de tiro mecánico, sin dejar a un lado el sistema manual de ciertas regiones marginales de nuestro país. Este sistema puede variar según la región donde se practique, desde un mínimo de labores, hasta una serie de pasos de maquinaria que a simple vista se antoja destructivo. El universo de estos sistemas es tan amplio casi como los agro-ecosistemas existentes en México y por otra parte la combinación entre utilización de implemento de tiro mecánico, tiro animal, mano de obra también son muy abundantes. Tomando en cuenta lo anterior, las labores realizadas más comúnmente en este serían: arado o barbecho, dos pasadas de rastra de discos, siembra, surcado y una o dos escardas.

En este sistema como en todos, hay ventajas y desventajas. Tradicionalmente, no se queda nada de residuos sobre la superficie del suelo y en caso de que se queden, algunos agricultores critican a su compañero diciendo que se ve sucio o feo el campo. Este sistema que ha permanecido por años en la mente de los agricultores, fue útil por mucho tiempo y sus ventajas en relación exclusivamente al movimiento del suelo (González, R. 2000).

Labranza cero o labranza química.

Es el sistema en el cual se suprimen los residuos de alguna manera, no se realiza ningún movimiento del suelo, se combate la maleza por medio de químicos y para sembrar se utiliza un “espeque”, “coa” o “pala recta” o bien se usa una sembradora especial.

Este sistema, si bien como su nombre lo indica es de no labranza, no es de conservación pues los residuos no se quedan cubriendo la superficie del suelo, solo de casualidad quedan trazas del cultivo anterior, ya sea por las tradicionales y tan nocivas quemas como las exportaciones del residuo para forraje. Este sistema, puede ser dañino en la mayor parte de los suelos en climas tropicales, ya que la capa superficial del mismo, queda expuesta a la acción de los factores climático, provocando erosión en ciertas épocas y compactación superficial entre otros.

Normalmente las labores que se realizan bajo este sistema son: aplicación de herbicida de contacto de tras locación; siembra; aplicación de herbicida preemergente y/o postemergente (Figueroa y Flores, 1992).

Labranza mínima o labranza reducida.

Este sistema se caracteriza por la reducción de labores, tal y como sucede en algunas regiones de nuestro país. El hecho de reducir el laboreo de 12 pasadas de tractor a 8 únicamente, puede entenderse como labranza mínima, suprimir la arada, cambiar el rastreo por un paso de cinceles, también puede entenderse como labranza mínima sin embargo, si no hay residuos sobre la superficie del suelo no se puede llamar de conservación .

Labranza mínima de conservación.

Este sistema sin ser de excelencia, ya se esta practicando en muchas partes de México y consiste en dejar el residuo del cultivo anterior sobre la superficie

del suelo y efectuar labores mínimas, como pueden ser rastreo rápido y superficial para incorporar parcialmente el residuo y poder efectuar la siembra con una sembradora tradicional o especial. Las labores que se pueden realizar en este sistema pueden ser: Combate de malezas perenne en su caso; un paso de rastra rápido y superficial, o bien un cinceleo y luego una rastra rápida y superficial; siembra con maquina especial, convencional, transformada o con cualquier sistema de siembra manual; aplicación de herbicidas preemergentes y/o postemergentes.

Labranza cero de conservación.

Es la máxima expresión del sistema, pues el suelo permanece sin ser perturbado por la acción de los implementos de labranza primaria y el residuo del cultivo anterior cubre cuando menos un 30% de la superficie. Este sistema tiene mayores ventajas que los anteriores, pues se asemeja más a lo que la naturaleza hacía antes de que llegara a perturbarla. En es caso la única labor mecánica que hace el vibrocultivador que se mueve en el suelo sin perturbarlo tanto y pasar la sembradora para sembrar, con una máquina especial o con cualquier sistema manual, ya que es la única manera de depositar la semilla a la profundidad adecuada para su emergencia. Esto prácticamente es cambiar la mayor parte de la energía mecánica o física para producir por la energía química, ya que el control de la maleza, se efectúan con herbicidas . (Figuroa y Flores, 1992).

En este sistema de labranza de conservación, las alternativas de manejo son muy abundantes y se realizan de acuerdo a las condiciones prevalecientes en el momento, por que los paquetes tecnológicos solo serán útiles para motivos de costos.

2.3 Protocolos para evaluación de implementos de labranza con cinceles (normas).

Existen en varios países normas para la evaluación de implementos, entre las que se encuentran las siguientes:

Evaluación técnica de equipos para pequeños productores INIFAP.

Este procedimiento es aplicable para la evaluación de varios tipos de cultivadores de disco y rejas por tracción animal o por tractor.

El procedimiento da explicaciones de definiciones, técnicos, los procedimientos de prueba generales y prescribe las partes a ser medidas y examinadas para la evaluación del comportamiento, capacidad de trabajo y adaptabilidad para la labor de labranza secundaria. Será la responsabilidad del ingeniero encargado de la prueba decir cuales mediciones deberán ser registradas para juzgar de la mejor manera el comportamiento y la idoneidad del implemento (Smith y Sims 1990).

Normas Cubanas:

Cultivadores para el Laboreo de los Cultivadores Alternos.

Esta norma establece la metodología para la realización de las pruebas a los prototipos experimentales, modernizados y muestras de producción de los siguientes tipos:

- ❖ Cultivadores con órganos de trabajo pasivos y activos.
- ❖ Cultivadores-fertilizadores.
- ❖ Cultivadores aporcadores de rejas, discos, azadas rotativas, surcadores.

En lo adelante máquinas, destinadas al laboreo de los cultivadores alternos, para la determinación y comprobación de sus índices de trabajo (Comité Estatal de Normalización de Cuba, 1988).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 IMPLEMENTO:

VIBROCULTIVADOR.



Fig. 1 Vista isométrica del vibrocultivador

Modelo: vibro 700.

Enganche: 3 puntos categoría II.

Potencia requerida: 70-80 HP.

Numero de cinceles:7

Profundidad de trabajo: 280 mm.

Ancho de corte: 1550 mm.

Peso aproximado:363 kg.

Descripción de producto:

Enganche a los 3 puntos categoría II de fácil acoplamiento. Su diseño permite que su nivelación sea sumamente sencilla. Bastidor reforzado, lo cual garantiza larga vida útil y por medio del cual se adapta el soporte del rodillo desterrador el cual determina la profundidad de trabajo requerida. Timones flexibles compuestos de un muelle soporte y ambos brazos con un tratamiento especial que le da la combinación de elasticidad y dureza. Estos timones cuentan también con punta de acero de gran resistencia. El rodillo desterrador es de 11.81" de diámetro y 61.81" de longitud, su construcción a base de solera permite la fragmentación de terrones de mayor tamaño dejando condiciones óptimas para la siembra. En la parte trasera del bastidor se localizan 4 orificios en la parte superior y 4 en la parte inferior, estos nos ayudan a determinar la profundidad de trabajo deseada, además de facilitarnos su traslado.

ARADO:

Modelo: ARH 800-3.

Enganche: 3 puntos del tractor.

Potencia: 60-80 HP.

Numero de discos :3

Profundidad de corte: 0.3356 m.

Ancho de corte: 0.8382 m.

Peso aproximado: 575 kg.

TRACTOR:

Tractor: 5010 4WD.

Potencia al motor 70 HP.

Potencia a la TDF 63 HP (nominal).

Motor 4 cilindros.

Transmisión semi-sincronizada 8x2

Doble tracción.

Dirección hidrostática.

TDF independiente 540 r.p.m.

Válvula de control remota sencilla.

Capacidad de levante 1835 kg.

3.2 Métodos.

Antes de cualquier prueba se debe de proporcionar la información necesaria del fabricante dada del implemento (manuales de operación y partes) para realizar una comprobación en laboratorio y comprobación de la misma.

3.2.1 Trabajo de laboratorio y taller.

Antes de cualquier prueba de trabajo el fabricante debe de proporcionar el implemento completo en orden de trabajo junto con las especificaciones referentes a materiales, construcción, rendimiento esperado y rango de ajustes.

El trabajo de laboratorio consiste en confirmar los datos proporcionados por el fabricante en los manuales de operación y partes, como por ejemplo:

Ajuste del ancho de trabajo, profundidad y nivelación.

Tipo de cinceles y su arreglo.

Material de las partes en contacto con el suelo (análisis mecánico y metalográfico).

Peso de las partes que trabajan en contacto con el suelo antes y después de la prueba.

Arreglo de las partes de tiro.

3.2.2. Trabajo de campo.

Fuente de potencia.

Los tractores usados en la prueba deberán ser compatibles con el implemento bajo prueba y conducidos por operadores experimentados y competentes.

Condiciones de campo antes de la evaluación.

El trabajo que realiza este implemento varía de acuerdo con el tipo de suelo, su contenido de humedad, crecimiento de malezas, residuos de la cosecha anterior y forma de la parcela.

Las siguientes condiciones y datos deberán ser claramente mencionadas y/o medidas antes de la evaluación:

Área y forma de la parcela.

Tipo y carácter del suelo (textura).

Topografía (pendiente).

Último cultivo en la parcela.

Altura del rastrojo del último cultivo.

Grado de infestación de malezas.

Contenido de humedad del suelo. (Sobre la base del peso seco).

Densidad de masa (en el perfil hasta la profundidad de trabajo).

Microrelieve.

Mantillo.

La parcela seleccionada para pruebas de trabajo deberá estar razonablemente nivelada y libre de obstáculos que puedan influenciar los resultados de la prueba.

Pruebas preliminares:

Deberán ser llevadas a cabo en terrenos adyacentes a la parcela de prueba con el objeto de que se realicen los ajustes necesarios del implemento y el equipo de prueba sea revisado para asegurar su correcto funcionamiento.

Pruebas de rendimiento.

Los principales objetivos de la pruebas de trabajo son obtener información confiable sobre el implemento tal como la capacidad y calidad de trabajo, facilidad de operación y requerimientos de mantenimiento y adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo.

Cada parcela deberá ser trabajada y completada sin parar a menos de que esto sea necesario para ajustes, descomposturas o periodos para descansar.

Los siguientes datos deberán ser registrados durante la evaluación:

Ancho de trabajo (m).

Profundidad de roturación (cm).

Velocidad de trabajo (km/h).

Patinaje (%).

Tiempo empleado en dar vueltas en las cabeceras (s).

Rendimiento en campo (Ha/h).

Tiempo empleado por cualquier otra razón (s).

Tiempo total de operación.

Durante el desarrollo de la prueba, las siguientes observaciones deberán ser registradas así como cualquier otro comentario.

Facilidad de manejo.

Facilidad para ajustarse.

Constancia en mantenimiento de la profundidad.

Adhesión de suelo a los cinceles.

Bloqueo de malezas o basura.

Deformaciones visibles.

Al final de la prueba se deberán tomar los siguientes datos:

Medidas de cobertura por maleza (%).

Diámetro de terrones (mm)

Densidad (g/cm^3)

Microrrelieve.

3.2.3 Medición de la retención de humedad.

El monitoreo de la humedad después de la labor se realizara de la siguiente manera:

Cálculo del contenido de humedad: Método gravimétrico con secado en estufa.

Materiales:

Muestreador (de barrena, de cilindro,)

Botes de aluminio.

Cinta adhesiva.

Balanza con registro de hasta 0.1 gramo.

Estufa.

Desecador.

Procedimiento.

Tome una muestra representativa de los horizontes del suelo de la parcela. Coloque 50 a 100 gramos de suelo dentro del bote de aluminio y ciérrelo con su tapa. Aplique cinta adhesiva para unir el bote, de tal manera que evitemos pérdida de humedad

En el laboratorio retire la cinta adhesiva del bote antes de pesarlo.

Pese el bote con el suelo húmedo sin la tapa. Anote el peso Pshb (peso del suelo húmedo que contiene el bote)

Séquelo a la estufa durante 24 horas a 105⁰ C, hasta obtener peso constante.

Retire el bote de la estufa y deposítelo en el interior de un desecador con desecante activo para que enfríe sin retener humedad ambiental,

Pese el suelo seco en su bote. Anote el peso Pssb (peso del suelo seco contenido en el bote).

Pese el bote perfectamente seco y limpio. Anote el peso Pb (peso del bote)

Calcule el porcentaje de humedad gravimétrica:

$$\% \theta g = (Pshb - Pssb) * 100 / (Pssb - Pb).$$

La recopilación en campo se hará de la siguiente manera:

- Se tomaran muestras hasta 30 cm de profundidad en intervalos de 5 cm.
- Posteriormente estas muestras serán depositadas en un recipiente totalmente sellado para que no haya pérdida de humedad.

- Estas muestras serán llevadas al laboratorio para analizar el contenido de humedad.
- La toma de muestras para el monitoreo se realizará cada tercer día a partir de un contenido inicial aportado por lluvia o por irrigación.
- El monitoreo de la humedad se realizará también en una parcela testigo preparada en forma convencional que será la referencia para contrastar los valores de retención de humedad que se tengan en la parcela preparada con el vibrocultivador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Localización y descripción del sitio experimental.

La parcela experimental se localiza a un costado del campo experimental Buenavista, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuyas coordenadas geográficas son $25^{\circ} 23'$ latitud norte y $101^{\circ} 01'$ longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1743 m. en el Municipio de Saltillo Coahuila.

COAHUILA DE ZARAGOZA.

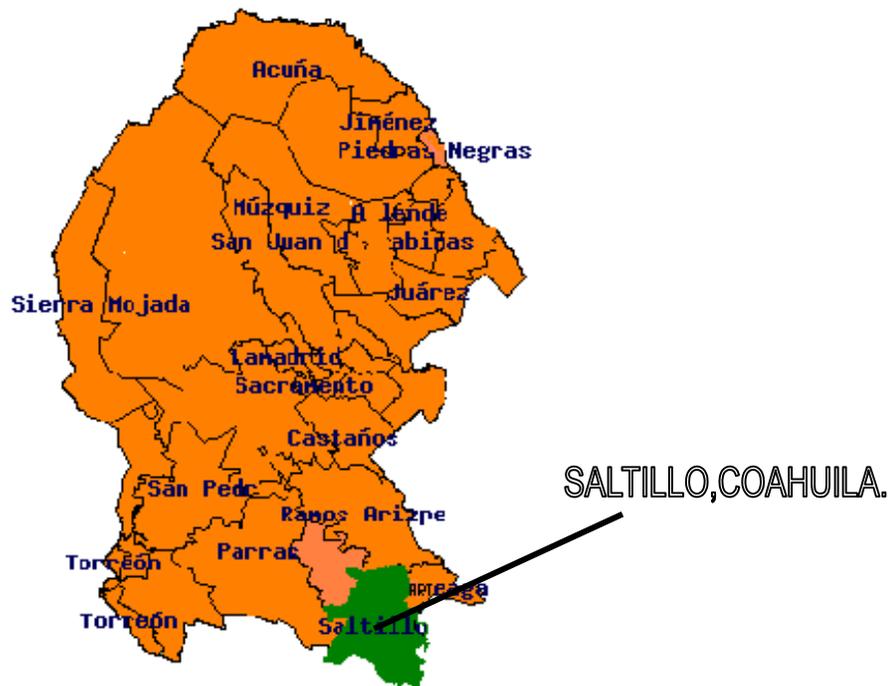


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudios

Clima: De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), el clima de Buenavista es "Bsohw", que significa muy árido, semicálido, con régimen de lluvias de verano e invierno seco y extremo.

SARH (1988) en la región de Saltillo, Coahuila, México. Señala una precipitación media anual que es de 200 a 400 mm, excepto una pequeña porción al oriente con valores de 400 a 600 mm al años mismo que corresponde a la mayor precipitación anotada en la entidad.

La temperatura media anual es de 17.1⁰C con fluctuación en la media mensual de 11.6⁰C, como mínima y 21.7⁰C como máxima, la estación mas lluviosa es en el verano, estableciéndose el temporal en Junio y terminando en Septiembre, el mes mas caluroso es regularmente Julio.

La evaporación media anual es de 1966 mm, con una media mensual de 178 mm, las más altas intensidades de evaporación ocurren en mayo y junio con 236 y 234 mm respectivamente.

El balance de humedad durante el año es negativo por lo que es necesario buscar alternativas de conservación de humedad con labranza.

Textura del suelo.

El tamaño relativo de las partículas del suelo se expresa mediante el termino textura, el cual se refiere al grado de finura o al grosor de las mismas. Mas específicamente, la textura es la proporción relativa de arena, limo, arcilla.

En el análisis del laboratorio los resultados de textura, indican que es un suelo Migajón Arcilloso- Limoso.

En el cuadro 1. se detallan los contenidos de las fracciones texturales de suelo.

Tabla 1. Análisis textural del suelo del sitio experimental

Muestras.	Profundidad.	% Arena	% Arcilla.	% Limo
Muestra 1	15 cm.	34 %	30 %	36 %
Muestra 2	30 cm.	24 %	36 %	40 %

Materia orgánica.

El análisis del laboratorio proporciona los siguientes resultados.

Tabla 2. Análisis del % de materia orgánica.

Muestra.	Profundidad.	% de Materia Orgánica.
Muestra 1	15 cm.	2.49
Muestra 2	30 cm.	1.74

Topografía.

La pendiente del terreno se determinó midiendo desniveles por medio del nivel de manguera, la pendiente media del terreno es de 4.11 % .

4.2 Prueba de laboratorio.

Los principales objetivos del trabajo de laboratorio son estudiar y confirmar las especificaciones y componente esenciales comparándolos con los del fabricante y considerar solo los estudios que puedan ayudar en la modificación y mejoramiento del diseño del implemento.

4.3. Descripción del implemento

Ajuste de ancho de trabajo. Esta proporcionada por el fabricante que es de 1.35 metros el cual consta de que los cinceles estén perfectamente distribuidos y nivelados sobre el marco del vibrocultivador.

Profundidad: La máxima profundidad de trabajo que indica el fabricante es de 28 centímetros la cual esta regulada por el rodillo desterronador el cuál determina la profundidad requerida . El fabricante no esta especificando en que tipo de suelo esta alcanzando esa profundidad y el contenido de humedad existente en el mismo. De tal manera que al confirmar los datos la profundidad promedio fue de 15.41 cm en un suelo con un contenido de humedad entre 2 y 8% en base a peso.

Nivelación: La nivelación de todo el implemento se puede hacer de diferentes maneras, una es colocándolo en piso o suelo firme para verificar que este se encuentre en perfecto estado de nivelación. Otro seria al colocarlo en el tractor, medir los brazos laterales del levante hidráulico asegurándose de que tengan la misma longitud.

Tipo de cinceles

Los timones flexibles compuestos de un muelle soporte y ambos brazos con un tratamiento especial que le da la combinación de elasticidad y dureza. Estos timones cuentan también con puntas de acero de gran resistencia.

La punta tiene las siguientes dimensiones.

75 mm de ancho x 130 mm de largo y 8 mm de espesor.

El timón es curvo teniendo las siguientes dimensiones.

610 mm l de largo x 46 mm ancho y 10 mm de espesor.

Material de las partes en contacto con el suelo:

Para el Timón.

Es un acero 9255.

De acuerdo con el fabricante es un acero de aleación con contenido de carbono de 0.50 a 0.62%, su aplicación principal es para muelles, resortes y herramientas. Mediana templabilidad: SAE , 9255 (Bralla, J.G. 1993).

Tabla 3. Límites y rangos de composición en % para aceros 9255

Designación AISI-SAE	Designación UNS	C %	Mn %	P max(a) %	S max(a) %	Si %
9255(c)	G92550	0.51-0.59	0.70-0.95	0.035	0.040	1.80-2.20

Tabla 4. Propiedades mecánicas para aceros 9255 en condiciones con tratamiento.

Grado. AISI.	Condiciones para el tratamiento	Resistencia a la tensión. Mpa ksi	Resistencia a la fluencia. Mpa ksi	Elongación.%	Reducción en área %	Dureza. HB	Resistencia al impacto. J ft.lb.
9255	Normalizado a 900 ⁰ c (1650 ⁰ F)	935 135	580 84	19.7	43	269	14 10

Para la Punta.

De acuerdo a la información del fabricante es un acero al Boro (28), Manganeso, Cromo, Boro (5) (Norma Alemana).

De las características del tipo de acero de que están fabricados el timón y la punta solo se puede confirmar la dureza de los materiales en el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos en los laboratorios del CINVESTAV- Unidad Saltillo.

Tabla 5. Resultados de las pruebas de dureza realizadas en los laboratorios del Cinvestav –Unidad Saltillo.

Piezas de Vibrocultivador.	Promedio de Dureza. Rocwell C.
Timón.	45.2
Punta.	39.2

Los resultados de dureza si corresponden a un tipo de material como el que el fabricante indica para el timón y punta del cincel.

En el cuadro 6. se muestra el peso de las partes que trabajan en contacto con el suelo antes y después del trabajo.

Tabla 6. Peso de las partes de los cinceles

TIMÓN (kg).	PUNTA(gr).
1. - 2.783	1. - 869.9
2. - 2.765	2. - 894.2
3. - 2.765	3. - 921.0
4. - 2.791	4. - 930.6
5. - 2.744	5. - 930.7
6. - 2.755	6. - 950.4
7. - 2.756	7. - 954.7

4.4 Evaluación en	Profundidad (cm).	% de humedad.	campo
Antes de empezar describen las condiciones de campo en que se realizó el	0-5	2.21	la evaluación, se
	5-10	5.99	
	10-15	6.84	
	15-20	7.27	
	20-25	9.48	
	25-30	8.71	

Área y forma de la parcela de prueba:

La forma es rectangular y el área total es de 2280 m².

Se dividió en partes iguales para realizar las labores con cada implemento.

Contenido de humedad del suelo al momento de la evaluación. Al momento de la evaluación (en base al peso seco).

Para calcular contenido de humedad del suelo antes de trabajar se obtuvo cinco repeticiones de muestras de suelo a una profundidad de 30 cm en intervalos de 5 cm desde la superficie del suelo, estas muestras fueron llevadas al laboratorio para obtener el contenido de humedad mostradas en el cuadro 7.

Para calcular el contenido de humedad se utilizó el método gravimétrico

Tabla 7. Humedad en el perfil del suelo al momento de las labores.

Densidad de masa antes de la evaluación antes de la evaluación.

La densidad aparente promedio del suelo es de $D_a = 1.33 \text{ g / cm}^3$.

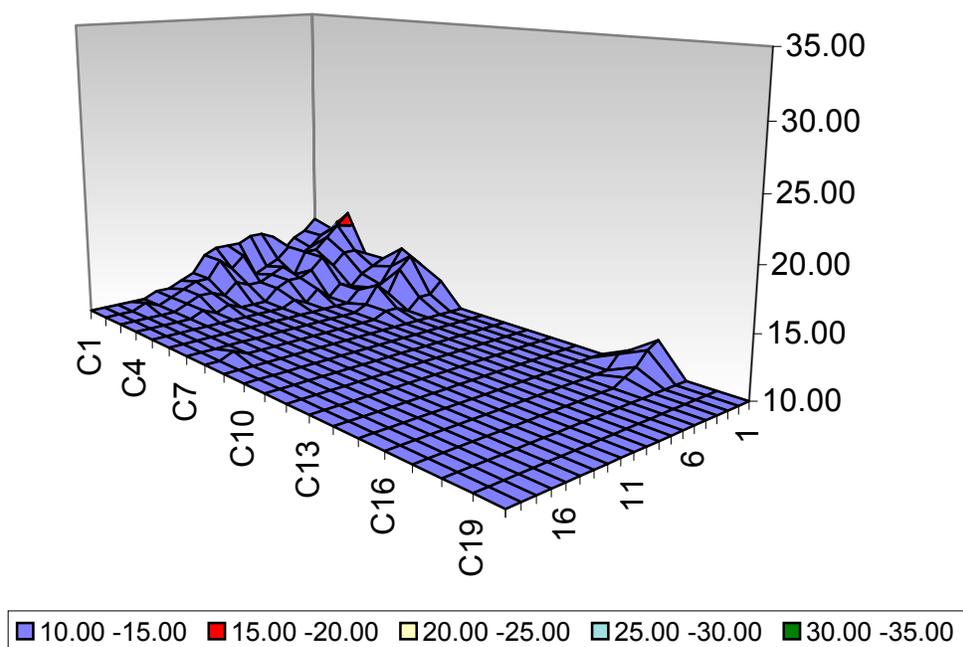
Tabla 8. Densidad aparente en el perfil del suelo antes de las labores.

Profundidad (cm).	Densidad aparente (g/cm ³)
0-5	1.41
5-10	1.22
10-15	1.34
15-20	1.24
20-25	1.45

Microrrelieve.

El objetivo de medir el microrrelieve es obtener datos para calcular la densidad aparente del suelo, después de la labor. Así como para obtener el índice de rugosidad del suelo.

Figura 3. Ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve antes del trabajo con el vibrocultivador



Datos determinados en el anexo 2. Para generar la graficas del microrrelieve antes y después de trabajar.

Para determinar el microrrelieve se realizaron mediciones en cada subparcela. En las figuras 3 y 4 se muestra el microrrelieve antes de trabajar con los implementos. La mayor diferencia en altura entre los puntos más bajos y más altos es de alrededor de cinco centímetros. El objetivo de conocer el microrrelieve antes de la labor es tener la referencia para después volver a tomar mediciones sobre los mismos puntos después de la labor y cuantificar el efecto del implemento en la disminución de la densidad del suelo.

Figura 4. ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve antes del trabajo con el arado.

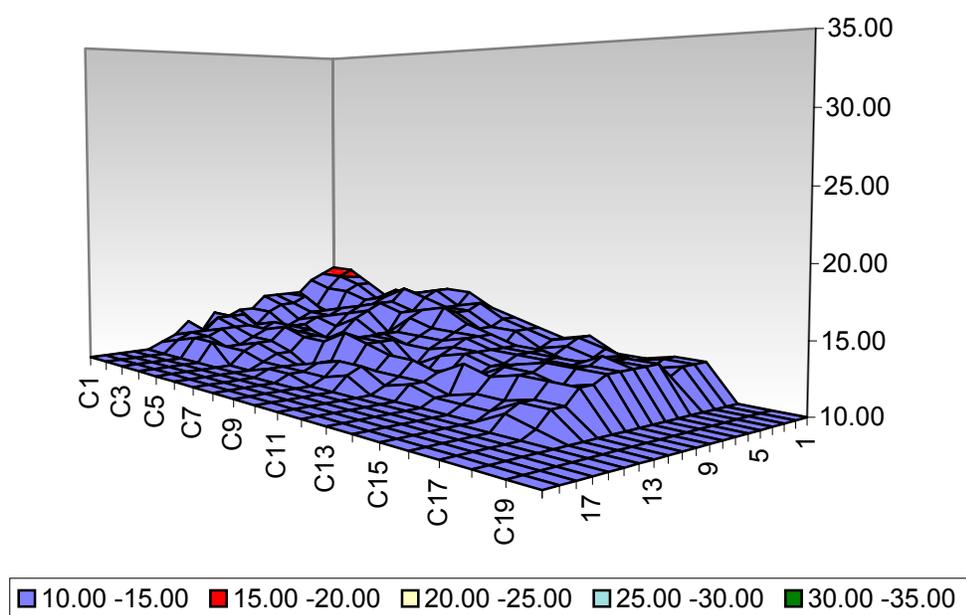


Tabla 9. parámetros y condiciones de las parcelas después de la labor.

Tracción Sencilla Arado.		Tracción Sencilla Vibrocultivador.		Tracción Doble Vibrocultivador.	
Ancho de corte.	.074 m.	Ancho de corte.	1.86 cm.	Ancho de corte.	1.86 m.
Prof. de trabajo	12.07 cm.	Prof. de trabajo	15.41 cm.	Prof. de trabajo	15.41 cm.
Velocidad de trabajo.	6.33 k/hrs.	Velocidad de trabajo.	5.40 k/hrs.	Velocidad de trabajo.	5.94 k/hrs.
Cons. de combustible.	5.4 l/h.	Cons. de combustible.	11.02 l/h.	Cons. de combustible.	6.85 l/h.
Capacidad Efectiva	6.51 h/ha.	Capacidad Efectiva	1.94 h/ha.	Capacidad Efectiva	1.72 h/ha.
Capacidad Teórica	1.88 h/ha.	Capacidad Teórica	1.33 h/ha.	Capacidad Teórica	1.21 h/ha.
Gasto de Combustible.	35.1 l/ha.	Gasto de Combustible.	21.37 l/ha.	Gasto de Combustible.	11.78 l/ha.
Eficiencia	28 %.	Eficiencia	68 %.	Eficiencia	70.68 %.
Patinaje.	3.05 %.	Patinaje.	13.53 %.	Patinaje.	6.62 %.

En el cuadro 9. Se muestran los parámetros del desempeño del tractor e implemento en cada una de las labores. Como se puede observar en el parámetro de capacidad efectiva el vibrocultivador requiere solo el 30% del tiempo, que el arado cumplió para trabajar en una hectárea con tracción sencilla. Con tracción doble el vibrocultivador requiere solo el 26% del tiempo de referencia. Esto se manifiesta en el consumo de combustible, donde trabajando con el vibrocultivador con tracción sencilla se obtuvo un ahorro del 40% del consumo de combustible. Con el con el gasto que se tiene con el arado, mientras que usando la doble tracción el gasto de combustible se elevó hasta 67%. La explicación de estos ahorros y eficiencias es debido en parte a el ancho de trabajo del vibrocultivador es 2.5 veces mayor que la del arado, por lo que eficiencia con el vibrocultivador es mayor ya que se tienen que dar un menor número de vueltas en las cabeceras.

Condiciones del suelo después de la realización de las labores.

En las figuras 5 y 6 se puede observar el microrrelieve o rugosidad obtenidos después de las labores en ambas figuras. Las diferencias entre los puntos más bajos y más altos son entre los 10 y 15 centímetros. Se nota una mayor diferencia en el trabajo del arado. Esta diferencia denota un mayor aflojamiento del suelo el cual se confirma con los datos del cuadro 10, donde aparece el cambio de densidad aparente, ahí se puede ver que la disminución de la densidad fue de 18% después de la labor del arado y de solo 5% después de la labor del vibrocultivador.

Sin embargo el mayor volumen medido después de la labor del arado puede deberse a que la labor resultó en que los agregados fueron más grandes como se muestra en el cuadro 11, donde el diámetro medio de los agregados para el Vibrocultivador fue de 34.4 mm y para el arado fue de 47.16 mm.

Microrrelieve (después de trabajar).

Figura 5. ejemplo de una de las mediciones del microrrelieve después de trabajar con el vibrocultivador.

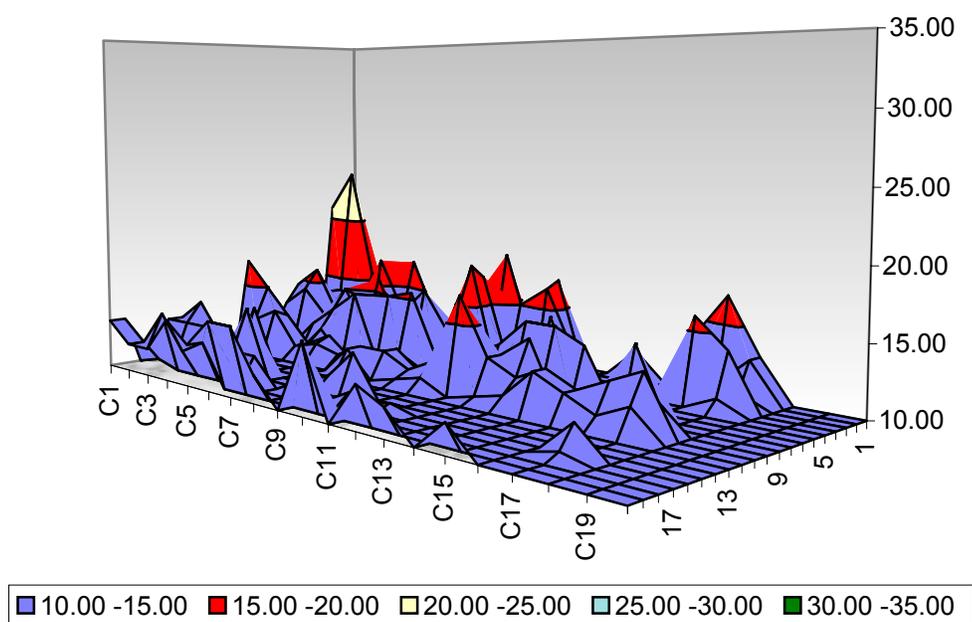


Figura 6. Ejemplo de una las mediciones del microrrelieve después de trabajar con el arado.

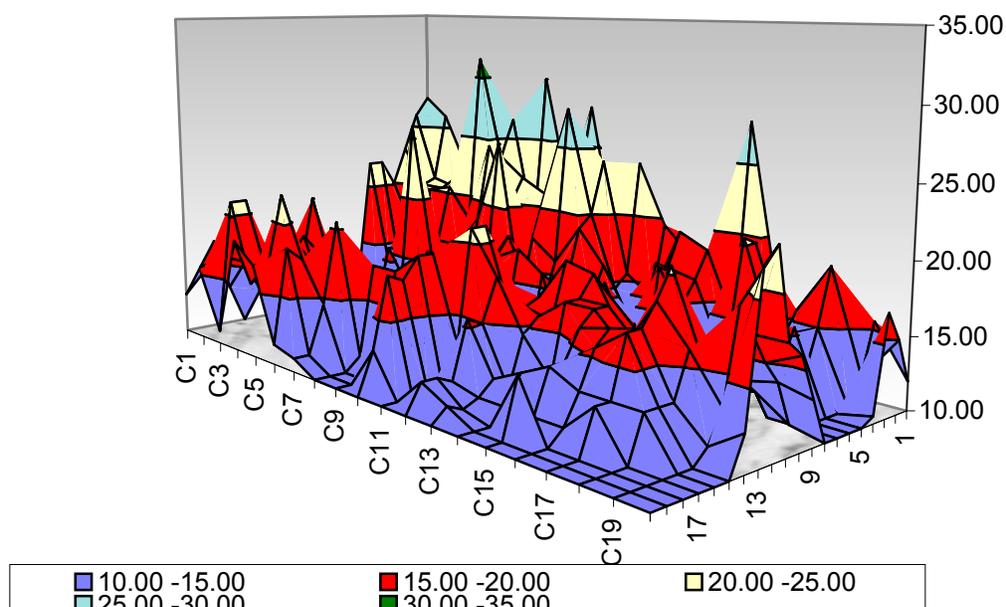


Tabla 10 .Densidad aparente después la labor.

Implemento.	Índice de rugosidad antes de trabajar. (cm)	Índice de rugosidad después de trabajar. (cm)	Densidad aparente antes de trabajar. (gr/cm ³)	Densidad aparente después de trabajar. (gr/cm ³)
Vibrocultivador.	1.96	3.60	1.31	1.24
Arado.	4.06	7.40	1.31	1.07

Tabla 11. Diámetro medio de los agregados.

Apertura en la criba (mm).	Vibrocultivador Peso medio de agregados (kg).	Arado. Peso medio de agregados (kg).
0.5	3.45	3.99
2	1.55	1.675
4.76	0.49	0.56
6.35	1.09	0.99
12.7	1.65	1.26
15.8	1.2	0.6
44.45	1.2	0.82
75.0	5.36	2.57
Peso total	15.68	13.43
Diámetro medio.	34.4	47.16

En cuanto al tamaño de los agregados se puede decir que es necesario aplicar mas energía en una labor posteriormente para una buena cama de siembra en la condiciones dejadas por el arado mientras que las condiciones de tamaño de agregados dejados por el vibrocultivador se requeriría menos energía en una labor subsecuente para lograr una cama de siembra.

**Tabla 12.
climáticos**

Fecha.	Precipitación en (mm).	Evaporación en (mm).	Temperatura media en °C.
23 de abril	0.0	6.28	19.6
24 de abril	0.0	0.39	11.8
25 de abril	2.2	1.55	10.5
26 de abril	20.5	1.71	12.0
27 de abril	10.0	2.65	12.0
28 de abril	0.0	4.67	13.3
29 de abril	0.0	5.56	14.9
30 de abril	0.0	4.02	19.6
1 de mayo	0.0	5.36	18.5
2 de mayo	0.2	3.29	19.0
3 de mayo	1.2	2.64	19.3
4 de mayo	1.2	7.26	19.6
5 de mayo	0.7	8.86	21.8
6 de mayo	0.0	5.70	20.2
7 de mayo	0.0	5.53	18.3
8 de mayo	0.0	7.02	17.1
9 de mayo	0.0	5.17	15.7
10 de mayo	1.3	6.22	17.8
11 de mayo	0.0	7.22	17.8
12 de mayo	0.0	5.44	16.2
13 de mayo	0.0	3.32	15.9

Datos

proporcionados por la Comisión Nacional del Agua en el monitoreo de la retención de humedad .

Monitoreo de la retención de humedad.

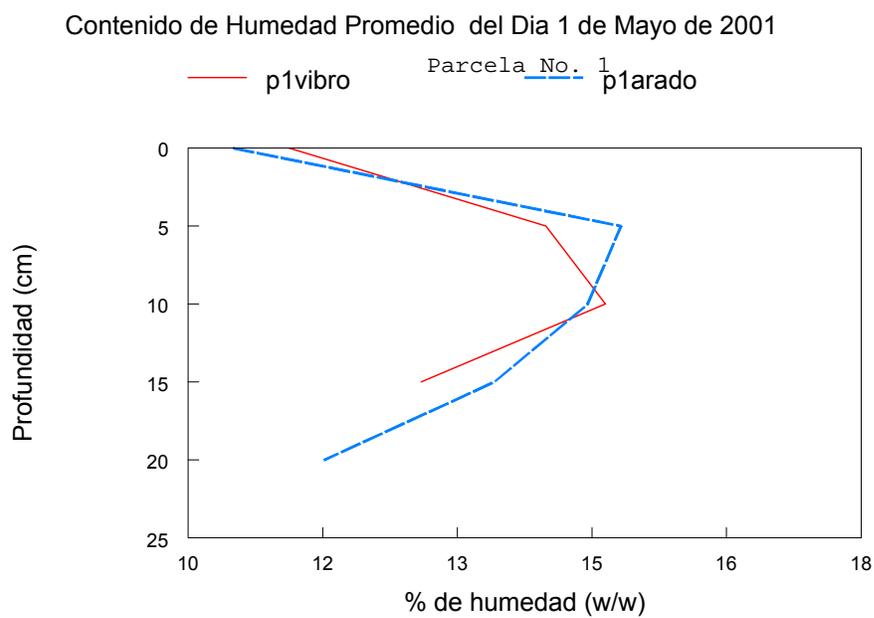
Con el propósito de conocer las diferentes humedades en el perfil en un periodo de tiempo en el suelo laborado con el arado y el vibrocultivador se tomaron muestras hasta la profundidad de trabajo.

En el cuadro 12, se presentan los datos climáticos del 23 de abril al 13 de mayo del 2001 las labores de labranza fueron realizados los días 10 y 11 de abril y la primera precipitación ocurrió el 25 de abril que junto con la lluvia, 26 y 27 de abril fueron los eventos mas importantes. El monitoreo de humedad se empezó a realizar el día 1 de mayo 2001.

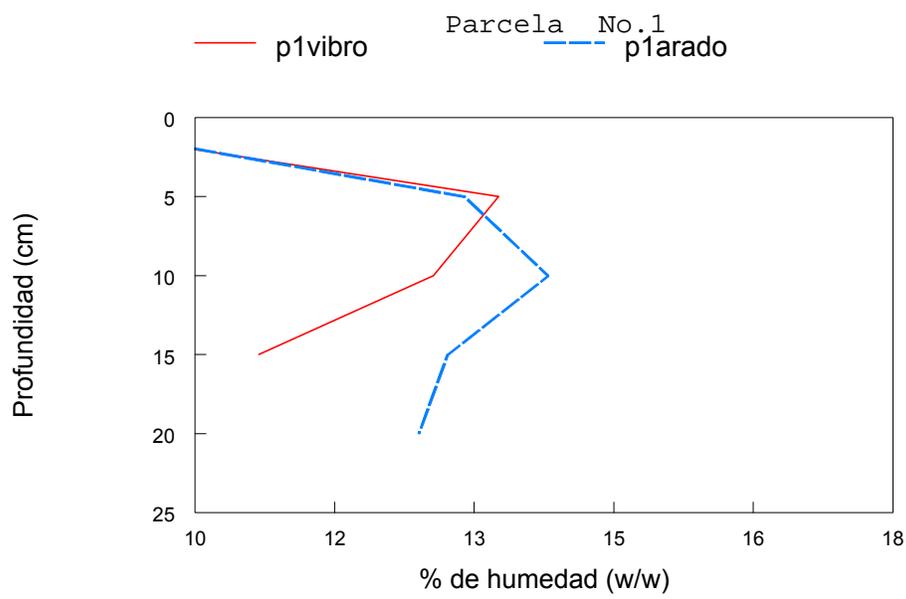
En la figura 7 se muestra el contenido de humedad en el perfil monitoreado en 13 días, como se puede observar, la tendencia general en que el suelo laborado con el arado de discos, el contenido de humedad fue alrededor de 1 % mayor que el vibrocultivador. Y estas diferencias bajó alrededor 0.5 % en los días subsecuentes. Las diferencias en realidad no son significativas y prácticamente se puede decir que la infiltración y retención de humedad fue igual para ambas labores. Esto es interesante porque la labor con el arado de discos se obtuvo una mayor disminución de la densidad por lo que se

esperaría un volumen significativo en la cantidad de agua infiltrada y retenida con respecto del vibrocultivador.

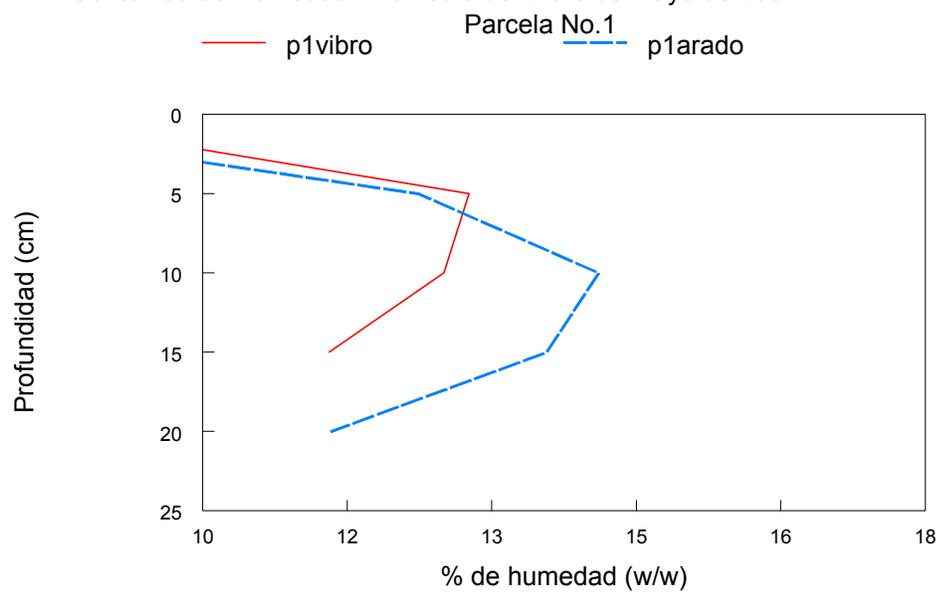
Figura 7. Graficas del contenido de humedad monitoreadas los días del 1 de mayo al 13 de mayo del 2001.



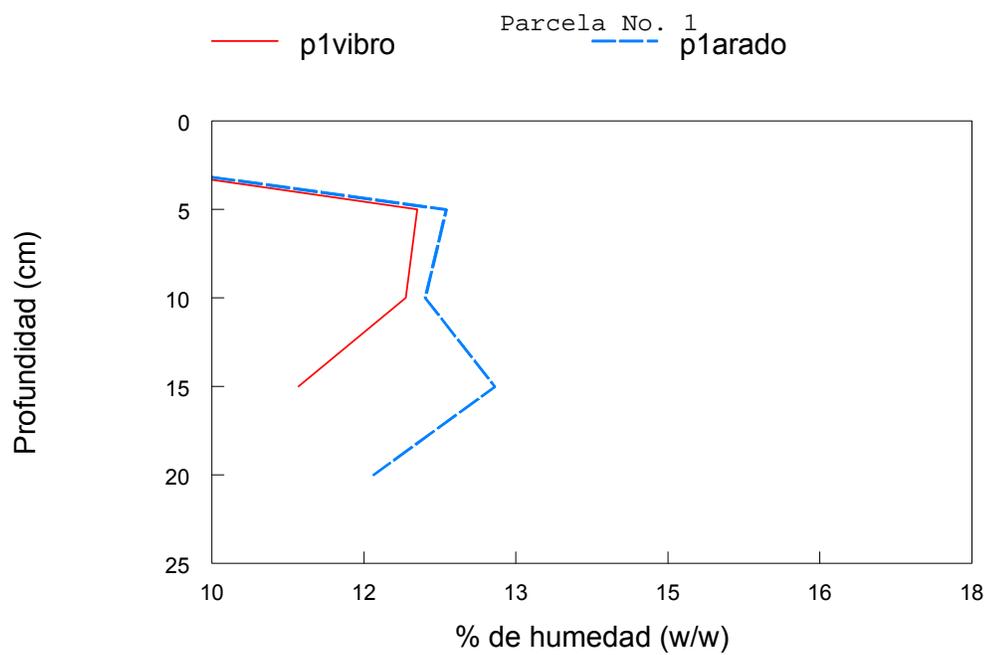
Contenido de Humedad Promedio del Día 3 de Mayo de 2001.



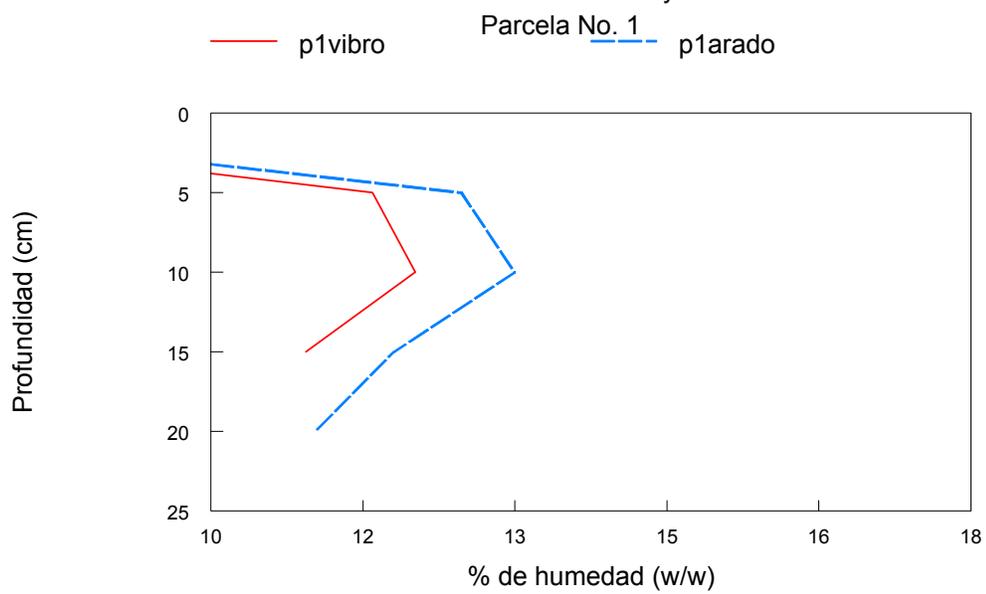
Contenido de Humedad Promedio del Dia 5 de Mayo de 2001



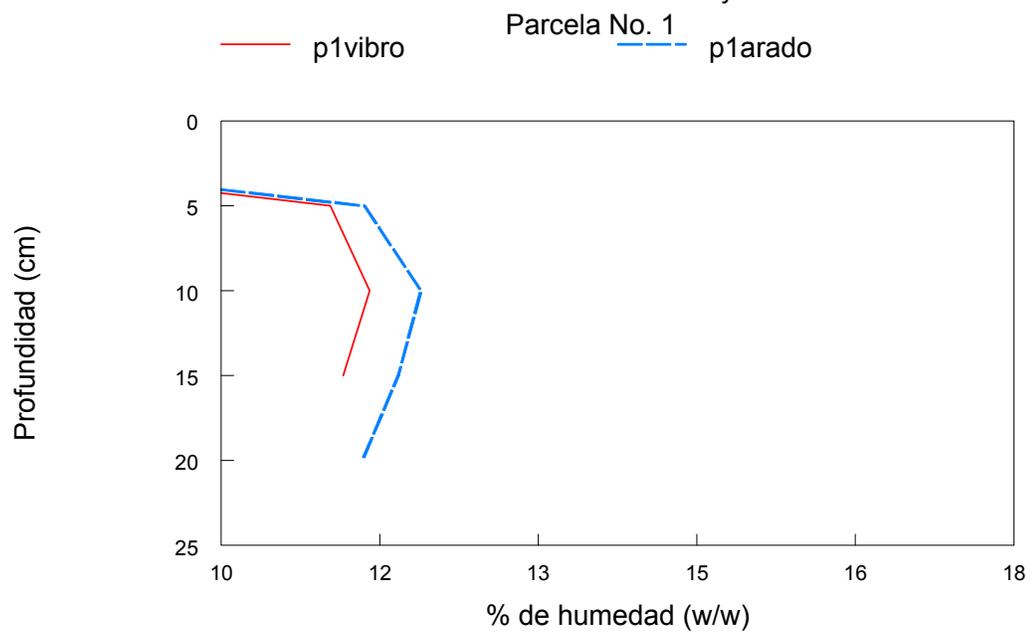
Contenido de Humedad Promedio del Dia 7 de Mayo del 2001

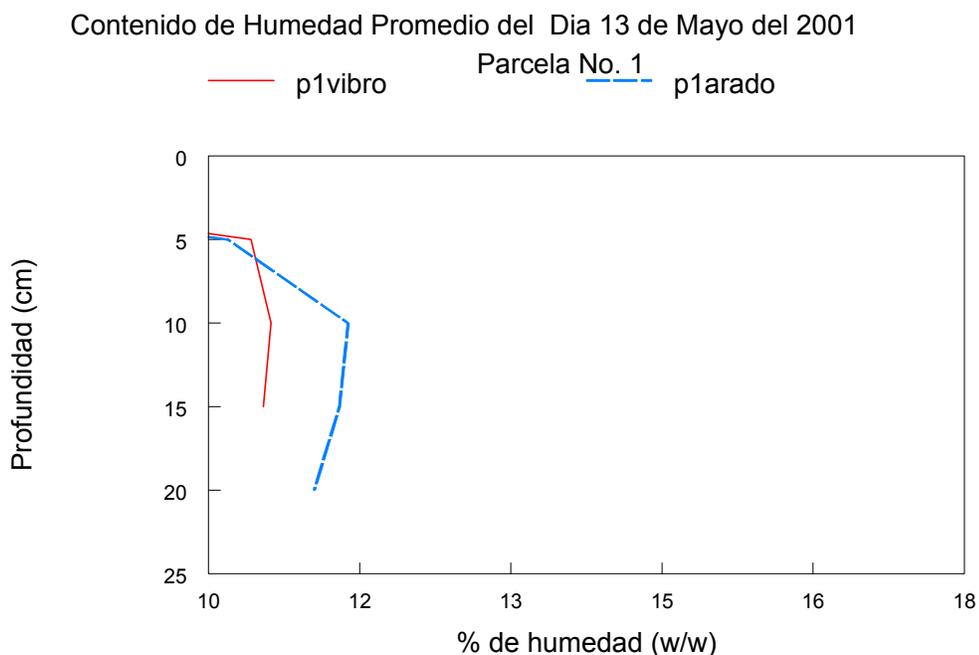


Contenido de Humedad Promedio del Dia 9 de Mayo del 2001



Contenido de Humedad Promedio del Dia 11 de Mayo del 2001





V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar la evaluación del trabajo realizado por el arado de discos y el vibrocultivador, en las mismas condiciones edáficas, climáticas y tecnológicas, mencionadas en este trabajo, se concluye lo siguiente:

Al trabajar con el vibrocultivador se tuvo ventaja con respecto al arado en la capacidad efectiva en campo ya que con tracción sencilla el vibrocultivador solo requiere el 30% de tiempo que utiliza el arado, con tracción doble el vibrocultivador solo utiliza el 26% del tiempo de referencia. En relación al consumo de combustible, con tracción sencilla con el vibrocultivador se ahorra hasta el 40% comparado con el arado, con tracción doble se ahorra 67% del consumo de combustible del consumo de referencia. Todo lo anterior fue trabajando a la velocidad nominal del motor (1967 rpm) y una profundidad de

trabajo promedio de 0.127 m y 0.154 m para el arado y vibrocultivador respectivamente en suelo seco.

La principal ventaja es la eficiencia debida principalmente al ancho del implemento que es 2.5 veces mayor que el arado, logrando con esto un menor gasto del tiempo por vueltas en las cabeceras.

En relación a la captación y conservación de humedad, en el monitoreo de la conservación de humedad realizado durante 13 días, la tendencia general fue que en la parte laborada con el arado, el contenido de humedad fue alrededor del 1% mayor que el medido en la parte laborada con el vibrocultivador durante los primeros cinco días y esta diferencia bajo alrededor del 0.5% en los días subsecuentes, de tal manera que estas diferencias no se consideran significativas. Se esperaba que con la labor de arado de discos se captara mayor humedad ya que después de esta labor la densidad del suelo bajó considerablemente con lo que se tendría aparentemente mayor volumen para retener humedad.

El vibrocultivador es un implemento que ahorra costos de producción ya que reduce el gasto de energía, realiza una labranza vertical (sin voltear el suelo), lo que reduce el riesgo de erosión.

En condiciones de labranza sin cobertura, la captación y retención de humedad en el suelo laborado por el vibrocultivador es prácticamente igual que la que se logra después de una labor con arado de discos. Sin embargo, si se trabajara en suelo con cobertura, es de suponerse que la retención de humedad sería mayor ya que el mantillo o cobertura permanecería sobre la superficie después de la labor del vibrocultivador, en cambio con el arado de discos quedaría mezclada o enterrada después de la labor. Se recomienda realizar una evaluación de la retención de humedad después de una labor con el vibrocultivador cuando previamente hay diferentes densidades de cobertura.

VI. LITERATURA CITADA.

Acosta Núñez S. 1990. Memorias del primer curso regional en labranza de conservación. editorial cirne Tamaulipas México.

Buckingham F. 1984. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Edición John Deere road, Moline Illinois.

Bralla J. G. 1993. Manual de diseño de productos para manufactura. Edición en español por mcgraw – hill/ interamericana de México, s.a de c.v.

Bernasconi. W. G. 1991. Manual de laboratorio (para manejo físico de suelo) edición. Fernando Ruiz Hernández. Universidad Autónoma Chapingo.

Crossley, P and Kilgour, J. 1983. Small farm mechanization for developing countries. Chichester. John Wiley. P 221-224.

Cuba. Comité estatal de normalización. 1987. Cultivadoras para el laboreo de los cultivos alternos (Metodología para la realización de las pruebas). Comité estatal de el municipio Habana Vieja.

Figueroa S. B, Amante O. A, Cortés T. H. G, Pimentel L. J. Osuna C. E. S, Rodríguez O. J. M, Morales F. F J. 1991. Manual de preedición de pérdidas

de suelo por erosión. SARH- Colegio de postgraduados, 1ª edición salinas S. L.
P. México.

Figuroa Sandoval B. Y Morales F. F. J. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SARH- Colegio de postgraduados. 1ª edición salinas. S.L.P. México.

García Hernández M. A. 2000. Labranza de cero de conservación y la maquinaria agrícola utilizada en algunas regiones de México. Monografía de licenciatura, UAAAN.

González R. L. L. El sistema de labranza de conservación. Fundamentos básicos. Tecno Agro. Julio 2000. Nacualpan Edo. De México. México D. F.

_____. El sistemas de labranza de conservación. Fundamentos básicos parte II. Tecno Agro No.2. Noviembre 2000. Nacualpan Edo. De México. México D. F.

_____ Labranza de conservación. ¿ porque labranza de conservación?. Tecno Agro. No.3. Marzo 2001. Nacualpan Edo. De México. México D. F.

Hunt, D. 1986. Maquinaria agrícola. Primera reimpresión. Edición limusa. México D.F.

<http://www.newholland.com.mx/Productos/vibrocultivador.htm>

Narro Farias E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial trillas. s. a. de c. v. México. D. F.

Ortiz Cañavate, J. Ruiz A, M. Hernanz M. José L. 1987. Las maquinas agrícolas y su aplicación. (3ª Edición) Edición mundi prensa. Madrid.

Pearson S. H. 1983. Introducción al estudio de maquinaria agrícola. Primera

edición. Editorial trillas México D.F.

Secretaría de Economía. Norma Mexicana, Proy-NMX-XX-XXX-2001-SCFI. Tractores, implementos, y maquinaria agrícola-sembradoras – sembradoras unitarias y/o fertilizadora, accionadas mecánicamente, con dosificador de semilla de disco- específicamente y métodos de prueba.

Silvela F. y Téllez R. 1963. Maquinaria agrícola. Segunda edición. Editorial Aguilar s.a. Madrid España.

Soto Molina S. 1983. introducción al estudio de maquinaria agrícola. Primera edición. Editorial trillas. México D.F.

Stone A. 1987. Maquinaria agrícola. Décimo quinta impresión. Editorial continental. México D.F.

Smith, D. y Sims, B.G. 1990. Evaluación técnica de equipos para pequeños productores. (Un taller teórico-práctico ofrecido en el campo experimental Cotaxtla Veracruz). Programa de cooperación técnica México-Gran Bretaña.

ANEXO 1.

FORMULAS UTILIZADAS PARA EL CALCULO DE LAS EFICIENCIAS EN
LA REALIZACION DE LAS LABORES.

ANEXOS 1.

FORMULAS UTILIZADAS PARA EL CALCULO DE LAS EFICIENCIAS EN LA REALIZACION DE LAS LABORES.

$$CT = \frac{A \times V}{10}$$

$$CE = \frac{A \times V}{10}$$

$$E = \frac{\text{Capacidad Efectiva}}{\text{Capacidad Teórica}}$$

DONDE:

CT = Capacidad teórica (Has / Hr).

CE = Capacidad efectiva (Has / Hr) es la cantidad de hectáreas que realiza el tractor en el sistema de producción.

E = Eficiencias de las labores (%).

A = Ancho de trabajo del implemento (metros).

V = Velocidad de trabajo del tractor con el implemento (Has / Hr).

$$V = \frac{D}{T}$$

DONDE:

V = Velocidad.

D = Distancia.

T = Tiempo

$$\text{Porcentaje de Patinaje} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

DONDE:

A = Posición de la llanta sin carga después de 5 revoluciones.

B = Posición con carga.

Densidad de Masa.

$$\text{Densidad de Masa (base seca)} = \frac{P}{V}$$

DONDE:

P = Peso.

V = Volumen.

DIÁMETRO DE LOS AGREGADOS.

Diámetro medio de las partículas de suelo, mm = $1/W (5A + 15B + 25C + 35D + 45E + NF)$

$W = A+B+C+D+E+F.$

N = Media de los diámetros de los agregados de suelo retenidos en el tamiz de apertura más grande en mm.

ANEXO 2.

FORMATOS PARA OBTENER LOS DATOS DE CAMPO EN: CONSUMO DE COMBUSTIBLE, PATINAJE, TIEMPO EN DAR VUELTAS EN LAS CABECERAS, PROFUNDIDAD DE TRABAJO, ANCHO DE TRABAJO.

ANEXO 2.

FAT**Formato para la toma de datos de ancho del trabajo**

Lugar: el Álamo **Fecha:** 10 de abril del 2001

Tractor (marca y modelo): NH modelo 5010

Implemento (m y m): Vibrocultivador, NH modelo 700

Parcela No. 1

Responsable de la toma de datos: Jorge

PUNTO DE REFERENCIA	ANCHO 1 (m).	ANCHO 2 (m).	ANCHO 3 (m).	ANCHO 4 (m).	ANCHO 5 (m).	OBSERVACIONES
1	2.30	4.6	5.90	7.60	9.66	
2	2.69	4.40	6.30	7.95	10	
1	11.35	13.46	15.30	17.28	18.51	
2	11.84	13.77	15.50	17.43	19.17	

FPT
Formato para la toma de datos de profundidad de trabajo

Lugar: el Álamo **Fecha:** **10 de**
abril del 2001 _____

Tractor (marca y modelo): NH modelo 5010.

Implemento (m y m): Vibrocultivador, NH modelo 700.

Parcela No. 1

Responsable de la toma de datos: Jorge

LINEA NO.	PROF.1 (cm).	PROF 2 (cm).	PROF. 3 (cm).	PROF. 4 (cm).	PROF. 5 (cm).	PROF. 6 (cm).
1	15	14.5	15	12	15	9
3	15	14	15	12.5	16	16
5	16	17.5	16.5	16.5	16	15.5
7	18.5	17.5	18.5	17	17	15
9	18	18.5	19.5	15	13	17.5
10	16	16.5	14.5	17	9	10.5

F3

Formato para la toma de datos de consumo de combustible

Lugar: el Álamo **fecha:** **10 de**
abril del 2001 _____

tractor (marca y modelo): NH modelo 5010.

Implemento (m y m) : Vibrocultivador, NH modelo 700.

Parcela No. 1

Responsable de la toma de datos: Jorge

VOLUMEN DE COMBUSTIBLE EN (ML)	TIEMPO EN (S)	TASA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (l/h)	VELOCIDAD DE MOTOR (RPM) Y MARCHA UTILIZADA
I.- 430	0.99		
F.- 190			
I.- 750	1.10		
F.-620			
DI.- 620	1.12		
DF.- 500			
DI.- 480	1.10		
DF.- 360			
DI.- 360	1.08		
DF.- 235			
I.- 690	1.10		
F.- 560			
I.-560	0.45		
F.- 450			

F7

Formato para la toma de datos de velocidad de trabajo y tiempo perdido en dar vueltas y ajustes

Lugar: el Álamo **fecha:** 10 de abril del 2001

Tractor (marca y modelo): NH modelo 5010.

Implemento (m y m): Vibrocultivador, NH modelo 700.

Parcela No. 1

Responsable de la toma de datos: Jorge

REPETICION #	DISTANCIA RECORRIDA (M)	TIEMPO (S)	TIEMPO PARA DAR VUELTAS (S) (1)	TIEMPO PARA DAR VUELTAS (S) (2)	TIEMPO UTILIZADO EN AJUSTES	OBSERVACIONES
	20	13.19	45.75	29.52		
	20	13.90	32.00	32.82		
	20	12.19	27.22	30.27 DT		
	20	13.89	31.79 DT	29.01 DT		
	20	13.32	26.78	25.88 DT		
	20	12.19 DT				
	20	12.41 DT				
	20	11.85 DT				
	20	13.13				
	20	11.62 DT				

Formato para la toma de datos de patinaje del tractor

Lugar: el Álamo **Fecha:** 10 de abril del 2001

Tractor (marca y modelo): NH modelo 5010.

Implemento (m y m) : Vibrocultivador NH modelo 700

Parcela No. 1

Responsable de la toma de datos: Jorge

DISTANCIA RECORRIDA SIN CARGA EN CINCO REV. DE LAS RUEDAS (m)	DISTANCIA RECORRIDA CON CARGA EN CINCO REVOLUCIONES DE LAS RUEDAS TRASERAS (M)	% DE PATINAJE	CONDICION DE LA SUPERFICIE DEL SUELO
22.17	18.27 M (TWD)		
22.53	19.93M		
22.22	18.63 M		
22.43	19.70 M		
	20.55 M (FWD)		
	21.21 M (FWD)		
	20.84 M (FWD)		
	20.00 M (TWD)		
	20.80 M (FWD)		

ANEXO 3.

FORMATO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD.

ANEXO 3.

Formato para determinar el % de Humedad.

Fecha: 30 de Abril 2001.

Numero de la Parcela:1

Numero de la Subparcela:1

Implemento: Vibrocultivador.

Formula para sacar el % de Humedad.

% de Humedad: $\frac{(Pshb - Pssb)}{(Pssb - Pb)} \times 100 =$

Profundidad (cm)	Peso del suelo húmedo.	Peso del suelo seco	% de humedad.
0-5	124.16	119.78	12.71
5-10	129.41	123.11	16.88
10-15	128.95	122.45	16.79
15-20	136.29	130.17	15.88

Se presentan los promedios del contenido de humedad para el vibrocultivador.

Promedio del día 1 de mayo 2001	Promedio del día 3 de mayo 2001	Promedio del día 5 de mayo 2001	Promedio del día 7 de mayo 2001	Promedio del día 9 de mayo 2001
11.20	7.62	7.63	5.73	4.67
14.25	13.48	12.95	12.16	11.7
14.96	12.73	12.67	12.04	12.15
12.76	10.73	11.40	10.91	11

Promedio del día 11 de mayo 2001	Promedio del día 13 de mayo 2001
3.86	4.12
11.1	10.45
11.50	10.66
11.23	10.58

Se presentan los promedios del contenido de humedad para el arado.

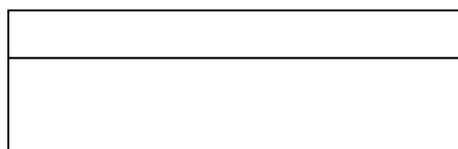
Promedio del día 1 de mayo 2001	Promedio del día 3 de mayo 2001	Promedio del día 5 de mayo 2001	Promedio del día 7 de mayo 2001	Promedio del día 9 de mayo 2001
10.54	8.01	6.42	5.72	5.33
15.15	13.09	12.39	12.47	12.64
14.75	14.05	14.30	12.25	13.20
13.64	12.90	12.81	12.98	11.93
11.62	12.57	11.42	11.7	11.10

Promedio del día 11 de mayo 2001	Promedio del día 13 de mayo 2001
4.02	3.86
11.45	10.21
12.02	11.48
11.79	11.39
11.43	11.12

ANEXO 4.
FORMATO PARA CALCULAR LA DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE
TRABAJAR.

ANEXO 4.

Ejemplo de cómo calcular la densidad aparente.



$\bar{x} = 8.1874$ cm, Microrrelieve después de trabajar.

$\bar{x} = 7.1956$ cm, Microrrelieve antes de trabajar.

Diferencia del trabajo = 0.9918cm.
 Densidad Aparente = 1.32 Ton/m³.
 Profundidad Media de Trabajo: 15.41 cm.

$$\begin{array}{r}
 + 15.41 \text{ cm.} \\
 \underline{0.9918 \text{ cm.}} \\
 16.4018 \text{ cm.}
 \end{array}$$

1m³-----1.32 Ton.

$$0.1541\text{m}^3 \text{ ----- } x$$

$$x = 0.203412 \text{ Ton.}$$

$$\frac{0.203412 \text{ Ton.}}{0.164018 \text{ m}^3} = 1.24 \text{ Ton/ m}^3.$$

ANEXO 5.
FORMATO PARA CALCULAR EL MICRORRELIEVE .

Formato para calcular el microrrelieve del suelo y con los datos obtenidos del mismo para obtener las graficas. Parcela No1. Antes de labrar el suelo con el vibrocultivador.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	16	15.5	15	14	15	15	14.5	14	13.5	13.5	15	12.5	13	13.5	11	10.5	10.5
2	14	15.5	15	14	14	14.5	14.5	14	14	13.5	12.5	13.5	13.5	13	11	11.5	11
3	13	14	13.5	15	15	15	14.5	14	13.5	13.5	14	13	11	10.5	10	10.5	10
4	14.5	13.5	13	12	13.5	14	14	13.5	13.5	13.5	13	11.5	11	10.5	10.5	10	9.5
5	14	13.5	12.5	12	13	12	11.5	11	13	12	13	11.5	11.5	11	10.5	10	10.5
6	16	15	14	13	13	11	12	11.5	11	11	11.5	10.5	11	11	10.5	10	10
7	12.5	13	13	12	13	12	11.5	11.5	11	10	10	9.5	10.5	10	10.5	10	9.5
8	12.5	12	11.5	10.5	11	10	11	9.5	10.5	10	10	9.5	10	9.5	10	9.5	9.5
9	14	12.5	11	11	11	10	10	9.5	9.5	8.5	9.5	8.5	9.5	8.5	9	8.5	9
10	13	14	13	11	12	10.5	10	10	9	9.5	9.5	9	8	8.5	8.5	9.5	9.5
11	12	11	11	10	10.5	10.5	10	9.5	9	9	9.5	9.5	8	7.5	7.5	8	8.5
12	10	10	9.5	9	10	9.5	9.5	8.5	8.5	8	8.5	8.5	8	8.5	7.5	7	6
13	9.5	9.5	9	8.5	9	9	8.5	8	8	8	8.5	8	7.5	7	7	7.5	7.5
14	8.5	9	8	7.5	8	9	8.5	7.5	8	7.5	8	7	7.5	7	8	7	7
15	8	8	8	6	7	7	6.5	6	6.5	7	7	6.5	6.5	7	7	6.5	6.5
16	8.5	8.5	7	6.5	7	6.5	6.5	6	6.5	6.5	7	7	7	6.5	6.5	6	6
17	8.5	8	8	7	7	7	6.5	6	6	5.5	6.5	6	6.5	6.5	8	6	6.5
18	9.5	9	8	7.5	7.5	7	6	6	5	5	6	6	5	6	5.5	4.5	4.5
19	11	11	10	9	8.5	8	7	6	6	5.5	6	4.5	6	7	5.5	5	5
20	12.5	12	11	10.5	10	8	7	6	6	5.5	5.5	5	5	6	6	5.5	5

Formato para calcular el microrrelieve del suelo y con los datos obtenidos del mismo para obtener las graficas. Parcela No 1. Antes de labrar el suelo con el arado.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17	17	16.5	16	16.5	16	15.5	15.5	15	12	12	10	9	8.5	8.5	8	8	8	7
2	17	17	16.5	16	16.5	16.5	17	14	12.5	10	9.5	7.5	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7	6
3	17	17	17	16	17	16.5	16.5	16	14	13	11.5	10	8.5	7.5	8	8	7.5	7.5	6

4	17	17	16	15	16.5	16.5	16.5	15.5	14.5	11.5	11.5	8.5	8.5	8	7.5	7	7	7	6
5	16.5	16	15.5	15	16	15	15	15.5	14.5	12.5	10.5	9	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7	6
6	15.5	15	15	14	14.5	14	14	14	14	15.5	14	9	9	8.5	7.5	7	7	7	6
7	16.5	16	15	14	14	13.5	13.5	12.5	9.5	11.5	12.5	8	7.5	7.5	7.5	7	7	7.5	6
8	15.5	16	15.5	14	14	13.5	13	12.5	10	7.5	7	7	7	7	7	7	6.5	7	6
9	16.5	16.5	15.5	15	15	14	13	12	11.5	9	8.5	7	7	7	7	7	7	7	6
10	16	16	15.5	14.5	14.5	14	13.5	13	13	11	9	7	7	7	7	6.5	7	7	6
11	16.5	16	14.5	14.5	15	14.5	13.5	12.5	11.5	10	7.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	7	6.5	6
12	16	16	15.5	14.5	15	14.5	14.5	13.5	13	11.5	11.5	6	6	6	6	6	6	6	5
13	15.5	15.5	15.5	15	15.5	14.5	14	13	12.5	9.5	8.5	6	6	6	5.5	5.5	5.5	5.5	5
14	16	16	15.5	15	15.5	15	14.5	14	13.5	8.5	7	5.5	5.5	5.5	5	4.5	5	5	5
15	16	16	16	15.5	16	15.5	14.5	14	14	12	10	6.5	5.5	5.5	5	4.5	4.5	4.5	4
16	16.5	16.5	16	15.5	16	16	14.5	14	14	13	9	6	6	5	5	4.5	4.5	4.5	3
17	16.5	16.5	16.5	15.5	15.5	15	15	13	12	9	7.5	6	6	6	5	4.5	4	3.5	3
18	16.5	16	16	15	15	15	14.5	13.5	12.5	9.5	8	6.5	6.5	5.5	5	4.5	4.5	4	3
19	16	15.5	15.5	14.5	14.5	14	14	13	13.5	12.5	11.5	7.5	6.5	5	4.5	4	4	3.5	3
20	12.5	13.5	14	12.5	13.5	12.5	12	11.5	12	14.5	10	6	5	4.5	4	4	4	4.5	3

Formato para calcular el microrrelieve del suelo y con los datos obtenidos del mismo para obtener las graficas. Parcela No 1 . después de labrar el suelo con el vibrocultivador.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	14.5	19.5	17	14.5	16	17.5	12	15	17	16	12	6.5	13	15	12	9	11
2	15	21	18.5	12.5	15	18.5	12	8	14	18	13	6.5	12	13	14.5	10	5
3	16	15	18	16.5	9	15.5	15	10.5	12	17	12	8	8.5	10.5	12	13	8.5
4	15.5	16.5	21	10.5	14	14.5	13	11	13	17	9	6	7	10	13	13	9.5
5	12	15	24	14	14	16	14.5	9	8	15	12.5	6	7	12	14.5	13	8
6	11	14	15.5	12	12	12.5	12.5	12	9	13	13.5	8.5	6.5	8	12	13	4.5
7	9	15	16	17	9.5	13.5	15	13.5	12	11	11	11	4.5	14.5	11	11	5.5
8	10	14	17	13	11	16	12	15	9	12	11.5	8	8.5	5	8.5	15	12
9	9	10	12.5	15	9.5	11.5	15	10	10.5	10.5	11	8.5	5.5	7	7	10	12
10	15	11	12	12	9	12	15.5	11	7	10.5	12	9	4.5	5.5	9.5	9.5	10
11	7.5	8	12	14.5	11	11	11	7	7	12	12	9	5	8	11	10	11
12	3	11.5	18.5	12.5	17	18	15	12	10	10.5	11	8.5	5	5	13	10	10
13	8	5.5	12	15	10.5	7	11	12	9	8	12	12	5	7	8	10	11
14	7.5	8.5	17	16.5	7.5	10	13	13	8	12	17	9	4.5	6.5	8.5	10.5	8
15	7.5	7.5	9.5	12	7.5	15	11.5	15	11	13	13	10.5	5.5	6	5	9	9
16	12	3	8	10	9	6	10.5	15	11	14.5	12	11	7	4.5	6	10	8
17	10	4.5	10	12	10	7	11	14	10.5	10	13	13	6	6.5	6.5	6.5	6
18	14	9	10	10	10	6	10	9	8	11	12	12	9	3	5	10	6
19	17	11	8.5	16	10	5.5	8	9	15	10.5	13	11	8.5	5	5.5	10	8
20	13	13	11	14	11	7	10	10	10	12	14	12	6.5	5	5	12	10.5

Formato para calcular el microrrelieve del suelo y con los datos obtenidos del mismo para obtener las graficas. Parcela No 1. Después de labrar el suelo con el arado.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	27.5	26	23	20	22	22	13	11	10	10.5	11.5	12	14.5	14	14	9.5	13
2	26	20.5	20	16	12	13	11.5	8.5	6.5	9.5	13.5	20	14	15	14.5	13	15.5
3	22	20	20	20	14	19	13.5	9	8.5	10.5	12.5	14.5	16	17.5	16	18	17
4	25	24	21.5	20.5	16	15	26	13	16	11.5	10	11	11.5	13	11.5	13	15
5	23	23	31.5	18	16	14.5	14.5	11	13	13	11	13	12	15	13	16.5	18
6	25	26.5	23.5	24.5	18.5	12.5	15.5	12	16.5	13.5	9	13	13	12	15	15	15
7	30	17.5	22	20	25	15	14	14.5	14.5	11	8	10	11.5	9	8.5	15	20.5
8	21	20	21	17.5	13	18	16.5	15	16	13	10	11.5	16	16.5	13	17.5	11
9	28	22	28	16	13	14	17.5	12	13	11	12	12.5	13	15	13	17.5	9.5
10	18	24	20	19	15	15	16	9	12	13	13	16.5	13.5	15	19	19	17.5
11	24	15.5	14.5	16.5	14	12	8.5	5.5	7	10	11.5	17	21	21	13	9.5	8
12	19.5	14	10.5	13	13.5	16	12	11	11.5	16.5	16	15.5	15	18.5	15	15.5	11.5
13	17.5	19.5	17	17.5	13	12	12.5	13	15	15	19	15	15.5	14.5	11	12	11
14	16	18.5	16.5	15	17.5	18	10.5	12	15	17	18.5	17	17	12	11.5	13	11
15	28	13.5	11.5	8.5	13	14.5	14	14	14	15	15	17	17	16	14	14	11
16	16	16	20	20.5	14	13	10	12	15	14.5	15	15	15	16.5	15.5	13	11
17	14	15.5	14	14	11.5	15.5	14	11.5	12.5	15	16	20.5	18.5	17	17	13	13
18	12	19	15.5	12	15.5	13	10	12	13	15	15	15	16	13	13	13	9.5
19	15.5	12	9.5	7.5	7.5	6	9.5	10.5	13.5	15	17	19	13	11	9	9	7
20	12	15	17	10.5	8	6	6.5	7	13	16	17	23	22	12.5	10	5	7

