

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA MP-25 PARA MÍNIMA LABRANZA EN
CUATRO NIVELES DE MANTILLO Y EN DOS CONTENIDOS DE HUMEDAD
DEL SUELO**

POR:

HEDIBERTO CERVANTES CONTRERAS.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

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

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Evaluación de la sembradora MP-25 para mínima labranza en cuatro niveles de mantillo y en dos contenidos de humedad del suelo

Por:

Hediberto Cervantes Contreras

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

Ing. Blanca Elizabeth de la Peña Casas Ing. Sergio Bernardo Martínez Medellín

Coordinación de la División de ingeniería

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos.

Buenavista Saltillo Coahuila, México. Octubre del 2001.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a **Dios** por haberme dado la oportunidad de vivir y de formarme como una persona de bien para la sociedad.

Dedico este trabajo a mi Familia, a esa gran familia que dios me a dado, que si me diera a elegir de nuevo la volvería a elegir.

A mi Padre, a ese gran hombre que dios me dio por padre, a quien admiro y respeto, quien supo darme la educación y la humildad suficiente para llegar a donde ahora me encuentro.

“ Para ti Querido Padre”.

A mi Madre, la mujer más hermosa de mi vida; mi madre. De la cual me siento orgulloso de que sea mi madre, a ti te dedico este trabajo y todos mis éxitos venideros. Por todo lo que sufriste por darle a tu hijo esta profesión que hoy se hace realidad “Gracias mamá”.

A mis Hermanos, Fernando, Araceli, Esmeralda y Natalia, a todos en especial por su gran apoyo y confianza, Hermanos que no cambio por nada en este mundo, a quien amo y adoro. Por quienes daría todo en la vida.

A mi querido sobrino Alexis y a mi cuñado Luis.

A mis Abuelitos. (+) Gabriel e (+) Hilaría; quienes donde quiera que estén sepan que los quiero y extraño.

A mi abuelita Gabriela y mi abuelito Cresencio a quienes quiero mucho, a quienes espero poder darles algo de lo que en mi infancia me brindaron.

A mis tíos: Ausencio y Juana, Domingo, Amador, a todos; en especial a mi tío Margarito a quien le estoy agradecido por él haberme apoyado y orientado tanto en mi carrera.

¡Sinceramente Hediberto!

AGRADECIMIENTOS.

Estoy ampliamente agradecido a mi “ **Alma Terra Mater**” por haberme acogido en su seno del conocimiento, por haberme brindado la oportunidad de llegar a ser una persona de provecho para la sociedad a la que pertenezco; esperando nunca defraudar esa confianza que me supo brindar en mí, le agradezco a mi **UAAAN**, a quien nunca olvidare.

Al **Dr. Martín Cadena Zapata**, por brindarme su confianza y apoyo para la realización de este trabajo de investigación que de no haber sido por el, este trabajo no se hubiera podido realizar, por eso y mucho más gracias, Dr. Martín Cadena Zapata. Siempre le estaré agradecido.

A **mis compañeros de carrera**, a (+) **Darinel Ozuna Santiago** que donde quiera que este, se que hubiera logrado ser un gran profesional, ya que contaba con las cualidades para lograr el éxito, donde quiera que te encuentres te doy las gracias por la amistad que me brindaste. En especial a mi gran amigo **René F. Domínguez López** a quien así considero ya que nunca me defraudó y siempre estuvo en los momentos en que se necesita a un amigo, gracias amigo René, muchas gracias.

Les doy las gracias a la familia González Hernández del Capirote, Villa de Cos, Zacatecas a quien considero mi segunda familia y a quien debo tanto, por todo lo que hicieron por mí, “ **gracias querida familia**”.

A todo el personal académico del departamento de Maquinaria Agrícola, que me apoyó en toda mi carrera y que ayudó a mi formación profesional.

¡Sinceramente gracias!

INDICE

	página.
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Efectos que ocasiona la labranza convencional en los suelos agrícolas.....	1
1.1.2 El consumo de energía en la labranza convencional.....	1
1.1.3 Labranza de conservación, alternativas para evitar la degradación del suelo y reducir el alto gasto de energía.....	2
1.1.4 Falta de información sobre maquinaria agrícola para labranza de conservación	3
1.2 Objetivo general.....	3
1.2.1 Objetivos específicos.....	3

1.3 Hipótesis.....	4
II Revisión de literatura.....	5
2.1 Labranza de conservación	5
2.2 La importancia de la cobertura del suelo en la labranza de conservación.....	6
2.3 Método para medir la cantidad y distribución del rastrojo en terreno.	7
2.4 Trabajos realizados en México y el mundo sobre evaluación de sembradoras.....	7
2.5 Métodos existentes sobre evaluación de sembradoras.....	10
2.6 Funciones y componentes de la sembradora para la labranza de conservación.....	13
2.6.1 Corte del suelo y del residuo.....	13
2.6.2 Mecanismo para la preparación del área de siembra.....	14
2.6.3 mecanismos para la apertura del suelo en la colocación de la semilla	15
2.6.4 Componentes para cerrar el surco y comprimir el suelo.....	17
III. Materiales y métodos.....	19
3.1 Protocolos para la evaluación de sembradoras de labranza de conservación.....	19
3.1.1 Pruebas de laboratorio	19

3.1.1.1 Inspección y verificación de especificaciones de los componentes de la máquina.....	19
3.1.1.2 Determinación de las condiciones de la semilla.....	19
3.1.1.3 Rango de siembra.....	23
3.1.1.4 Determinación de la capacidad de siembra.....	23
3.1.1.5 Daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador	25
3.1.2 Condiciones en que se realiza la prueba.....	25
3.1.2.1 Tipo de tracción	26
3.1.2.2 Características del terreno.....	26
3.1.2.2.1 Textura del suelo.....	26
3.1.2.2.2 Relieve de la zona agrícola.....	26
3.1.2.2.3 Microrrelieve de la parcela.....	26
3.1.2.2.4 Contenido de humedad en el suelo.....	27
3.1.2.2.5 Densidad aparente del suelo.....	28
3.1.2.2.6 Determinación del porcentaje de residuos de cosecha.....	28
3.1.2.2.7 Descripción de la labor anterior.....	29
3.1.3 Procedimiento de pruebas en campo.....	29
3.1.3.1 Velocidad de trabajo.....	29
3.1.3.2 Determinación del patinaje.....	30
3.1.3.3 Corte de residuo.....	32
3.1.3.4 Profundidad de trabajo.....	32

3.1.3.5 Distribución de siembra.....	33
3.1.3.6 Cubrimiento de la semilla.....	33
3.1.3.7 Porcentaje de deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora.....	33
3.1.3.8 Consumo de combustible.....	34
3.1.3.9 Rendimiento de la maquina.....	35
3.2 Tratamiento y diseño experimental.....	36
IV. Resultados y discusión.....	38
4.1 Área general.....	38
4.2 Evaluación de la sembradora JD MP-25 de labranza de conservación.....	39
4.2.1 Pruebas de laboratorio.....	39
4.2.1.1 Inspección de la condición física de la máquina.....	39
4.2.1.2 Verificación de especificaciones de los componentes de la sembradora.....	40
4.2.1.3 Condiciones de la semilla.....	41
4.2.1.4 Rango de siembra.....	42
4.2.1.5 Daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador.....	42
4.2.2 Condiciones en que se realizan las pruebas de campo.....	43
4.2.2.1 Fuente de potencia.....	43
4.2.2.2 Textura del suelo.....	43

4.2.2.3 Relieve de la region.....	44
4.2.2.4 Microrrelieve de las parcelas.....	44
4.2.2.5 Contenido de humedad del suelo.....	46
4.2.2.6 Densidad aparente del suelo.....	46
4.2.2.7 Cobertura del residuo de maiz	47
4.2.2.8 Labor anterior	47
4.2.3 Procedimiento de la prueba de campo.....	47
4.2.3.1 Velocidad de trabajo.....	47
4.2.3.2 Patinaje del tractor.....	48
4.2.3.3 Corte del residuo de cosecha.....	48
4.2.3.4 Profundidad de trabajo.....	50
4.2.3.5 Distribución de la semilla.....	52
4.2.3.6 Cubrimiento de la semilla.....	55
4.2.3.7 Deslizamiento de la rueda prensora.....	56
4.2.3.8 Consumo de combustible.....	57
V. Conclusiones.....	59
VI. Literatura citada.....	60
APÉNDICE A.....	62
APÉNDICE B.....	70
APÉNDICE C.....	75

INDICE DE CUADROS

	Pagina.
Cuadro 1.....	37
Cuadro 2.....	42
Cuadro 3.....	43
Cuadro 4.....	44
Cuadro 5.....	46
Cuadro 6.....	47
Cuadro 7.....	48
Cuadro 8.....	59
Cuadro 9.....	50
Cuadro 10.....	51
Cuadro 11.....	52
Cuadro 12.....	53
Cuadro13.....	54
Cuadro 14.....	55
Cuadro 15.....	56
Cuadro 16.....	57
Cuadro 17.....	57

INDICE DE FIGURAS

	Pagina.
Figura 1.....	13
Figura 2.....	14
Figura 3.....	15
Figura 4.....	16
Figura 5.....	17
Figura 6.....	18
Figura 7.....	27
Figura 8.....	29
Figura 9.....	30
Figura 10.....	31
Figura 11.....	34
Figura 12.....	38
Figura13.....	45
Figura 14	49
Figura 15	49
Figura 16.....	51

Figura 17.....	51
Figura 18.....	53
Figura 19.....	55

RESUMEN

El surgimiento del principio de Labranza de conservación, trajo grandes preocupaciones a los agricultores del Mundo, principalmente de países en vía de desarrollo ya que estos no cuentan con su propia maquinaria y tienen la necesidad de recurrir a tecnología de otros países; en el caso de México no cuenta con su propia tecnología para este sistema de labranza, para lo cual recurre a países como los Estados Unidos de América, para adquirir la mayoría de la maquinaria utilizada en labranza de conservación.

En México no existe suficiente información acerca del desempeño de la maquinaria para los sistemas de conservación en nuestras condiciones ambientales por tal razón este trabajo se enfoca en determinar el desempeño de la Sembradora JDMP-25 Para labranza de conservación en cada uno de sus componentes (Mecanismos de corte del suelo y residuo, para la profundidad de trabajo, en distribución de la semilla y en el cubrimiento de la misma), además de determinar el consumo de combustible y el deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora, esto en las siguientes condiciones: en condiciones de cero labranza, en cuatro porcentajes de mantillo (30, 50, 70, 100, respectivamente) y un testigo; en dos contenidos de humedad del suelo (15.81 y 19.56 porcientos) respectivamente; y en un suelo de tipo franco arcilloso.

De acuerdo a los resultados obtenidos; en el mecanismo de corte del suelo y residuo, no tuvo diferencia significativa en sus valores obtenidos, en ninguno de los tratamientos; En la profundidad de trabajo se obtuvo diferencia significativa en los niveles de humedad con obteniendo una mayor profundidad en el nivel mas alto de humedad, mientras que los niveles de mantillo no generaron efecto significativo; con lo que respecta a la distribución de la semilla los valores obtenidos en cada uno de los tratamientos tanto de humedad como en los niveles de mantillo no tuvieron diferencia significativa, de acuerdo al sistema de

cubrimiento solo hubo diferencia significativa en los niveles de humedad obteniendo en el nivel más alto (19.48 % en base a peso) mejor el cubrimiento de la semilla que en el menor nivel de humedad del suelo (15.81 % en base a peso)

El deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora tuvo un valor en campo de 8.9 por ciento considerado como valor mínimo, el cual no produce gran efecto en la distribución de la semilla. Se tuvo un gasto de 8.82 litros por hectárea de combustible(3.24l/h) en la siembra de maíz.

Este trabajo fue desarrollado con un prototipo de protocolo en evaluación de sembradoras para labranza de conservación, basado en los protocolos de las Normas Cubanas sobre maquinaria e implementos agrícolas y del manual de Evaluación técnica de equipos para pequeños productores obtenido de la cooperación técnica entre México y Gran Bretaña.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

1.1.1. Efectos que ocasiona la labranza convencional en los suelos agrícolas.

La labranza convencional esta relacionada con problemas como la formación de costras, compactación de la capa arable, formación del piso de arado, mayor susceptibilidad en la erosión tanto hídrica como eólica, menor infiltración del agua, problemas de germinación y dificultad en el desarrollo radicular(Salinas, 1999).

Estudios realizado por la SARH (1986) indican que el 80 por ciento de la superficie nacional presenta problemas de erosión; particularmente en áreas del cultivos en los periodos cuando el suelo se encuentra descubierto, suelto y suavizado.

En México la erosión hídrica y eólica (generada principalmente por no existir cobertura en la superficie del suelo y por la inadecuada aplicación de la labranza) llega a producir perdidas de hasta 140 ton/ha/año. (Amante, 1989).

Según estudios realizados por Lindstrom et al (1979), el grado de erosión promedio de los suelos cultivados con labranza convencional(barbecho, rastra y siembra) es de 21.5 toneladas métricas por hectárea al año. Los problemas mencionados son ocasionados principalmente por el uso irracional y mala aplicación de la maquinaria agrícola, que es el reflejo de lo que se define en labranza convencional.

1.1.2. El consumo de energía en la labranza convencional.

La intensidad de la labranza es directamente proporcional con el consumo energético, ya que la magnitud de la energía que se maneja en relación suelo-implemento depende de la profundidad promedio de labranza, anchura de corte del

implemento, uniformidad de laboreo y velocidad de trabajo(Martínez y Pissani, 1995).

Phillips, (1984), indica que en labranza convencional en Maíz hay un gasto de energía de 46 % superior que en el sistema de no-labranza . De los 2.5 % de la energía empleada en la agricultura en los Estados Unidos el 5 % de ella es empleada en labranza convencional(Crosson, 1980). El costo de la labranza convencional puede ser de hasta 40 % del costo total de la producción de maíz en el trópico de México(Cadena, 1999) y hasta el 56 % del costo total para producir maíz y sorgo en las zonas Semiáridas del Norte de México(Báez, 2001).

1.1.3 Labranza de conservación, alternativa para evitar la degradación del suelo y reducir el alto gasto de energía.

De acuerdo a investigaciones realizadas se considera que la utilización del residuo de cosecha como cobertura en la superficie del suelo ayuda ampliamente a la reducción en la erosión(Ibarra,2000). De acuerdo a estudios realizados en la región de Alliance Nebraska, sobre la erosión eólica muestran que cuando se usa el arado de vertedera en la preparación del suelo y se deja en descanso se presenta una pérdida de suelo de 24.6 ton/ha por erosión del viento, comparada con 1.8 ton/ha, donde se utilizó el sistema de labranza de conservación, es decir se conservaron 22.8 ton/ha de suelo (Méndez, 1990).

Se considera que para reducir en un 50 por ciento la erosión del suelo, ya sea hídrica o eólica se requiere de 30 por ciento de cobertura como mínimo en la superficie del suelo(Ibarra, 2000).

En el sistema de labranza de conservación la utilización de la maquinaria agrícola es mínima en comparación con la labranza tradicional, haciendo uso de un tractor, una sembradora y una aspersora; reduciendo así notablemente el consumo de energía(FIRA, 2000).

El requerimiento energético para el sistema en labranza convencional es de 32 litros de diesel por hectárea mayor que en la siembra directa (Frye y Phillips, 1980).

Con respecto a resultados obtenidos en Linares, N.L. México en la siembra de maíz con el sistema de labranza de conservación se obtuvo un decremento de los gastos de siembra de 19 % con respecto al sistema convencional, esto debido principalmente a la reducida utilización de los implementos de labranza(energía) en la preparación de la cama de siembra (FIRA, 2000).

1.1.4 Falta de información sobre maquinaria agrícola para labranza de conservación.

El desconocimiento de la disponibilidad y manejo de la maquinaria e implementos de labranza de conservación, es uno de los problemas que se ha venido suscitando desde que surgió este sistema conservacionista. A pesar que desde 1950 la labranza de conservación es conocida en los Estados Unidos, todavía a finales de los 80's los agricultores tenían muchas interrogantes sobre el sistema, entre las más importantes la relacionada con la maquinaria para labranza de conservación, principalmente en el aspecto de la configuración de la sembradora, ya que desconocían cual era la más eficiente para las condiciones del tipo de suelo, contenido de humedad y cobertura de residuo de cosecha en la parcela (Acosta, 1990).

Desde 1975 en México se han realizado trabajos con labranza de conservación, los resultados no han sido muy favorables debido a la inexperiencia en el manejo de la tecnología sobre todo de maquinaria agrícola (FIRA, 1992).

En México existe una gran diversidad de maquinaria, para este sistema de labranza, ya sea de origen nacional o extranjero, las cuales necesitan ser evaluadas en cada una de las condiciones edáficas y climáticas de nuestro país; es por ello que en este trabajo de investigación se realiza la evaluación de la

sembradora MP-25 para labranza de conservación en cuatro niveles de mantillo y dos niveles de humedad.

1.2 Objetivo general.

Conocer el desempeño de cada uno de los componentes de la sembradora MP 25 para labranza de conservación.

1.2.1 Objetivos específicos.

- Evaluar la eficiencia de las funciones principales de la máquina (corte del mantillo, profundidad de siembra, distribución de la semilla y cubrimiento de la semilla) en los cuatro niveles de cobertura.
- Evaluar el trabajo de la máquina con respecto a sus funciones principales en dos niveles de humedad.
- Determinar la cantidad de combustible requerido para la siembra directa.

1.3 Hipótesis.

- El desempeño de los componentes de la máquina es óptimo, cuando menos en uno de los niveles de mantillo, y subóptimo en los demás.
- El trabajo de la máquina es más eficiente con mayor contenido de humedad en el suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Labranza de conservación en México y el mundo.

La labranza de conservación es un sistema de producción que consiste en el uso de los residuos de cosecha anterior, como protección del suelo, de tal forma que cubran al menos el 30 % de la superficie del suelo con la menor remoción del mismo(UANL, 2000).

Según la FAO(2000) la agricultura de conservación produce entre algunos beneficios los siguientes:

- Retención del carbono en la materia orgánica.
- Menor lixiviación de los nutrientes y sustancias químicas en los mantos freáticos.

- Menos contaminación del agua.
- Reducción en la erosión del suelo.
- Mejor infiltración del agua en el suelo.
- Menor utilización de combustible en la agricultura.

Los primeros trabajos científicos que se hicieron en México con labranza de conservación se establecieron en 1975 por el centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo(CIMMYT) en el estado de Veracruz, pero no fueron muy satisfactorio debido a la inexperiencia en el manejo de la tecnología (FIRA,1992). Los principales cultivos que se han establecido en este sistema en México son; el sorgo que ocupa un 33.8%, el maíz con el 57 %, el trigo con 8.4% y el 0.8 % restante a otros cultivos tales como especies forrajeras, hortalizas y frutales(FIRA, 1996).

En 1996 se sembraron bajo este sistema de producción 450 mil has, mientras que para 1997 se sembraron 498 mil has, que se ubicaron principalmente en los

Estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Chiapas y Tamaulipas, en los que se concentra el 77% de la superficie a nivel nacional(FIRA 1992).

En Febrero de 1997 en el municipio de Linares, Nuevo León se empezó a establecer la labranza de conservación, y en la actualidad la superficie sembrada bajo este sistema es de 950 Ha con una tendencia a incrementar ciclo tras ciclo (UANL,2000).

Las cifras internacionales demuestran que la agricultura sin labranza se utiliza en el 52 por ciento de las tierras agrícolas de Paraguay, en el 32 por ciento de las de Argentina y en el 25 por ciento de las de Brasil. En términos absolutos la superficie más extensa que no aplica la labranza esta en los Estados Unidos, corresponde apenas a poco más del 16 por ciento de la superficie cultivada en ese país. Mundialmente la siembra bajo este sistema se práctica en 57.4 millones de hectáreas; Aproximadamente el 82 % de la tecnología esta siendo utilizada en el continente Americano, el 16 % en Australia, y apenas el 2 % en Europa, Asia y África(FAO, 2000).

2.2 La Importancia de la cobertura del suelo en labranza de conservación.

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura del suelo con rastrojos del cultivo anterior, los cuales tiene un efecto decisivo en evitar la erosión, aumentar la infiltración del agua, conservar la humedad, disminuir la presencia de malezas, preservar la fertilidad del suelo(aumento de materia orgánica) principalmente, siendo necesario para este sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de cero labranza dispersoras de rastrojos y el uso de herbicidas (UANL, 2000).

La importancia de la cobertura es absorber la energía de la caída de las gotas de la lluvia y así reducir la erosión del suelo (Brian et al 1984).

La cubierta de residuo permite que el tiempo entre la aplicación de los riegos se alarguen entre 7 a 10 días más que en la labranza convencional sin que el cultivo muestre estrés por falta de humedad(Ibarra, 2000).

La cobertura vegetal en la superficie del suelo genera los siguientes beneficios: Favorece la infiltración del agua, evita la evaporación, reduce la erosión, incorpora la materia orgánica, evita el encostramiento y el cultivo toma nutrientes de todo el perfil del suelo(FIRA, 1992).

2.3 Métodos para medir la cantidad y distribución del rastrojo en Terreno.

Ibarra(2000) en la Guía sobre labranza de conservación editado por SAGAR y John Deere, menciona que existen diferentes métodos para medir la cobertura de los residuos vegetales.

- Uno de ellos es la comparación con fotografías, para lo cual se reproduce la propuesta por la Universidad Estatal de Iowa en la publicación Conservación Tillage Systems and Managemante de 1992.
- Otro método fotográfico es el propuesto por el servicio de conservación de suelo del departamento de agricultura de los Estados Unidos en 1991 en el folleto, "Cultivando con residuos", en el cual se incluye el factor de medición y el tipo de laboreo utilizado para determinar la cantidad de residuo.

El método consiste en utilizar una cinta métrica o una cuerda dividida en 100 partes iguales que den submúltiplos de 100 y poder obtener la relación porcentual. Se extiende la cuerda diagonalmente cruzando los surcos y se cuenta el número de marcas que coinciden con partes de residuo(que la marca inicie y termine en el residuo), es importante uniformizar el criterio y no se deben de considerar residuos cuyo diámetro sea inferior a 0.3 cm. Camine a lo largo de la cuerda y cuente el número total de marcas con residuos debajo de ellas y este será el porcentaje de cobertura de residuo; si la cuerda es de 50 marcas multiplique por dos si es de 25 por 4 y obtendrá el porcentaje de cobertura.

Se recomienda repetir tres veces el procedimiento en diferentes puntos del predio y el promedio será la cobertura estimada en la parcela.

2.4 Trabajos realizados en México y el mundo sobre evaluación de sembradoras.

El termino evaluación involucra la medición del comportamiento de la maquina bajo condiciones agrícolas reales, y su propósito principal es obtener datos y compararlo con el requerimiento para el cual fue diseñada (Smith y Sims, 1990).

Mancillas (1988) menciona que las pruebas y evaluaciones que se deben de realizar a las máquinas agrícolas son:

- Pruebas funcionales.
- Pruebas mecánicas, para fuerzas estructurales y durabilidad.
- Determinación del requerimiento de potencia.
- Determinación de fuerzas exteriores.

Jiménez(1987) Muestra varios parámetros para la evaluación de sembradoras dividiéndolo en dos aspectos.

- Pruebas de laboratorio.
- Calibración.
- Daño a la semilla.
- Clasificación de la semilla.
- Uniformidad del espaciamiento de la semilla.

II. Pruebas de campo.

- Calidad de trabajo.
- Rango de trabajo.
- Facilidad de operación y ajuste.
- Construcción apropiado.

En las pruebas de calibración menciona la variación entre hileras, medición de rango de dosificación, efectos de la velocidad de dosificación, efectos de la

inclinación del dosificador, efecto de la cantidad de semilla, y efecto de las vibraciones en el dosificador.

Santos(1996) en su trabajo sobre la evaluación de una sembradora de hortalizas, nos indica que esta se lleva a cabo considerando los siguientes aspectos.

1. La durabilidad de la maquina.
2. Dosificación de la semilla.
3. Distribución de la semilla.
4. Efecto de la cantidad de semilla.
5. Daño a la semilla.
6. Compactación de la sementera.
7. Eficiencia de nacencia.
8. Calibración de la máquina.
9. Limpieza y mantenimiento de la maquina.

Bernabé, et al (1996) en su trabajo sobre la evaluación en campo de sembradoras unitarias. Evaluó dos diferentes sembradoras mecánicas, usando semilla de maíz. Los factores en estudio fueron los siguientes:

- Relación de engranes.
- Velocidad de avance.
- Llenado de la tolva.

Las variables evaluadas fueron la profundidad de siembra, distribución de la semilla, dosis de siembra, dosis de fertilización y daño mecánico de la semilla; además se obtuvo información sobre la manejabilidad de las sembradoras y requerimientos de tracción.

Mechanizace Zemedelstul (1997) en su trabajo sobre sembradoras mecánicas y neumáticas nos menciona que las sembradoras mecánicas son preferibles para pequeñas extensiones de siembra; mientras que las neumáticas son más frecuentemente empleadas en grandes extensiones.

Tesouro (1997) en su trabajo sobre el desempeño de diferentes sistemas de dosificación con distintos tamaños de semilla de girasol obtuvo que la mejor uniformidad de siembra es obtenida con la sembradora neumática de precisión. Además observo que la uniformidad de siembra es afectada por la velocidad de trabajo.

Rocha (1998) en su trabajo de evaluación con tres mecanismos de distribución (cónico, espiral y helicoidal) usando semilla de maíz y trigo para las pruebas encontró que en el espacio aceptable en la distribución de la semilla; en el mecanismo de espiral vario un 32.8 %, en el cónico un 54.8 % y el 12.4 % en el helicoidal; usando semilla de maíz. Con respecto a la densidad de siembra con esta misma semilla, en el caso del mecanismo cónico se obtuvo 454 167 plantas por hectárea, en el de espiral 70 000 plantas / ha y en el helicoidal 60 000 plantas / ha. Mientras que en trigo la densidad de siembra es la siguiente; para el tipo cónico es de 3 920 000 plantas / ha, para el espiral es de 4 111 100 plantas / ha, y para el helicoidal es de 3 770 000 plantas / ha.

Bhat, et al (1993) en su investigación sobre evaluación y desarrollo de un mecanismo de siembra para semilla criolla. De acuerdo a la calibración en laboratorio del prototipo, indicó una distribución bastante uniforme de la semilla a lo largo de la hilera; con un daño a la semilla de 0.5 y 1 por ciento además ensayos en campo demostraron que la semilla requirió de una fuerza de 646.7 Newton para poder ser triturada. La eficiencia de la sembradora fue de un 67.74 por ciento.

2.5 Métodos Existentes sobre evaluación de sembradoras

Norma Cubana sobre Evaluación de Sembradoras de Grano NC.34-52

Norma publicada en 1987, establece la metodología para la realización de las pruebas a las sembradoras de granos, ya sean prototipos experimentales, maquinas modernizadas o de producción seriada, de los siguientes tipos.

- A voleo.
- A chorrillo.

- A cuadros.
- A golpe o a distancia.
- Sembradora fertilizadora.

La metodología es desarrollada de la siguiente manera.

1. Peritaje técnico.

En este punto se trata sobre el análisis físico de los componentes de la máquina, como lo es el desgaste sufrido por las piezas, la calidad de construcción, la comprobación y confección de la descripción técnica de la sembradora.

2. Evaluación agrotécnica.

La evaluación agrotécnica se realiza mediante las pruebas de laboratorio y campo. Se realiza la selección de la parcela de control, se determina las condiciones de prueba, selección de los regímenes e índices de calidad de trabajo; además del procesamiento matemático y por último un análisis y conclusión sobre la evaluación.

3. Evaluación energética.

Esta prueba se refiere a determinar el total de energía requerida por la máquina para realizar su función eficientemente. En esta evaluación se tiene que considerar los siguientes aspectos; la velocidad de la sembradora, la resistencia a la tracción de la máquina, la potencia requerida, el patinaje del tractor, potencia pérdida, régimen de trabajo y consumo de combustible; estos puntos nos ayudarán a obtener un informe más detallado de los requerimientos energéticos necesarios por la máquina.

4. Condiciones de seguridad laboral e higiene en el trabajo.

Dicha evaluación se realiza durante el peritaje técnico y la explotación, determinando la seguridad y comodidad de cada una de las partes de la máquina, así como el libre movimiento de las partes de la sembradora, limpieza de la máquina y condiciones microclimáticas del área.

5. Evaluación de la fiabilidad.

Esta evaluación consiste en determinar la calidad en cada uno de los componentes de la sembradora tanto en la fabricación como el desempeño en campo.

6. Evaluación tecnológica explotativa.

En esta se evalúan cada una de las variables que influyen en el desempeño de la máquina, así como la productividad de la misma, además de evaluar la posibilidad de la máquina para realizar la siembra con diferente semilla y condiciones de suelo

7. Evaluación económica.

Si la máquina a evaluar es universal, entonces sus índices económicos se determinaran en comparación con todas las máquinas que sustituye para la siembra de diferentes tipos de semillas en diferentes condiciones agrotécnicas. El principal fin de esta evaluación es determinar la rentabilidad de la sembradora en comparación con otras.

La metodología desarrollada para la evaluación de sembradoras de grano fue obtenida de la Norma Cubana sobre evaluación de maquinaria e implementos agrícolas publicadas en Junio de 1987.

Norma sobre evaluación de sembradoras y plantadoras.

La información descrita ha sido obtenida como parte del programa de cooperación técnica entre México y Gran Bretaña, Smith y Sims (1990).

Este procedimiento se aplica ha varios tipos de sembradoras y plantadoras. Indica además los puntos y temas que deben de ser medidos y examinados para la evaluación del desempeño, capacidad de trabajo y la conveniencia de que la máquina sea usada con varios tipos de semilla en varias condiciones de suelo.

1. Procedimiento de la prueba

1.1 Maquinaria a evaluar.

En este punto se plantea una supervisión general de la máquina, cerciorándose de que se encuentre en buenas condiciones para trabajar

1.2 Trabajo de laboratorio.

En este apartado se realizaran los siguientes puntos.

- Especificaciones del fabricante(revisar y confirmar).
- Pruebas del mecanismo dosificador. Entre las pruebas que se realizan se encuentran el rango de siembra, daño a la semilla y patrón de distribución.
- Características de la semilla.

1.3 Trabajo de campo.

El rendimiento efectivo solo puede ser determinado mediante pruebas de campo. El procedimiento para este es el siguiente:

1.3.1 Condiciones en que se realiza la prueba.

Se considera el tipo de maquinaria a utilizar para accionar el desplazamiento y funcionamiento de la sembradora, y las condiciones de terreno como el tipo de suelo, topografía, contenido de humedad y labores anteriores a la prueba.

1.3.2 Mediciones durante la Prueba.

Durante las pruebas de campo se realizan las siguientes mediciones que son necesarias para la información.

- Ancho de trabajo teórico.
- Ancho de trabajo efectivo.
- Profundidad efectiva de trabajo.
- Distribución de la semilla
- Velocidad de trabajo.
- Tiempo total de trabajo.
- Capacidad Efectiva de campo.
- Capacidad teórica de campo.
- Eficiencia de campo.
- Fuerza de arrastre.
- Patinaje.
- Uniformidad del espaciamiento de la semilla.

1.3.3. Rendimiento de la máquina.

Un punto muy importante a considerar es el rendimiento de la máquina en campo, para esto se deben de considerar los siguientes aspectos de desempeño.

- Facilidad de manejo.
- Facilidad para ajustarse.
- Partes que se bloqueen.

Por último es necesario realizar un reporte escrito de la información obtenida en la evaluación de la máquina.

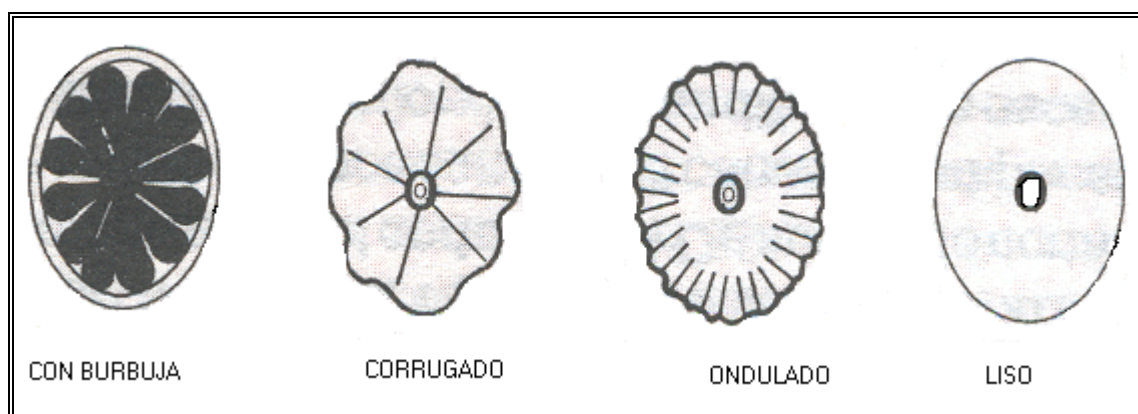
2.6 Funciones y componentes de la sembradora para labranza de conservación.

De acuerdo a FIRA (s.f.) y Figueroa (1992) la sembradora de conservación puede contar con los siguientes componentes para cada una de sus funciones.

2.6.1 Corte del Suelo y del Residuo.

Para tal función se pueden utilizar cualquiera de los siguientes componentes.

Figura 1. Discos cortadores de suelo y de residuo.



1. Discos con burbuja: no trabajan bien a velocidades de trabajo superiores a los 6.5 Km./h.

2. Discos corrugados: en caso de que sean angostos no trabajan bien en condiciones muy pegajosas.
3. Discos ondulados: Se afilan así mismos y toleran mejor algunos suelos arcillosos.
4. Discos lisos: requieren menos fuerza descendente que otros para penetrar, cortar el suelo y residuo.

Estos se pueden omitir en máquinas que tengan un abridor diseñado para hacer esta labor y al mismo tiempo abrir el surco para depositar la semilla.

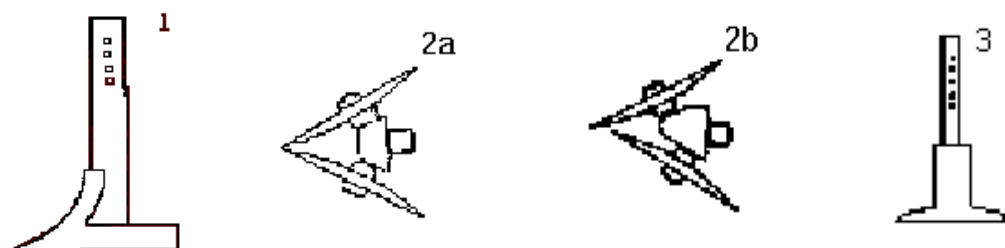
2.6.2 componentes para la preparación del área de siembra

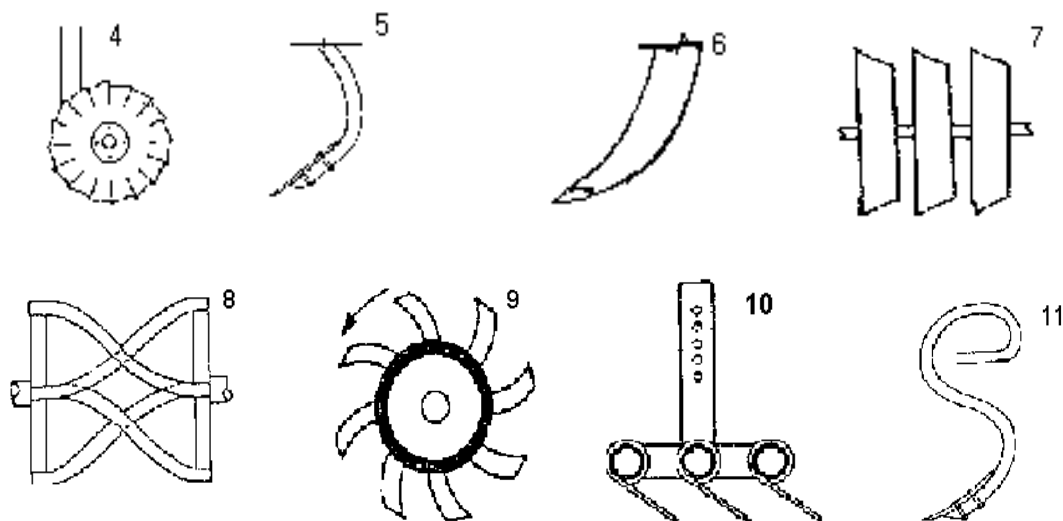
Algunas máquinas sembradoras incluyen este mecanismo entre el componente para cortar el residuo y la unidad de siembra; estos aditamentos se usan principalmente para mover el residuo del camellón y hacer la labranza en zanjas o para aflojar profundamente. Los mecanismos para limpiar el área de siembra mueven el suelo seco y los residuos.

De acuerdo a Figueroa(1992) la limpieza de la hilera de siembra no se recomienda en suelos que forman costras o en suelos muy pegajosos; con lo que respecta al laboreo profundo de siembra sólo se recomienda en los suelos con capas compactadas.

Los componentes para la preparación de la hilera de siembra son los siguientes.

Figura 2. componentes para la preparación del área de siembra.





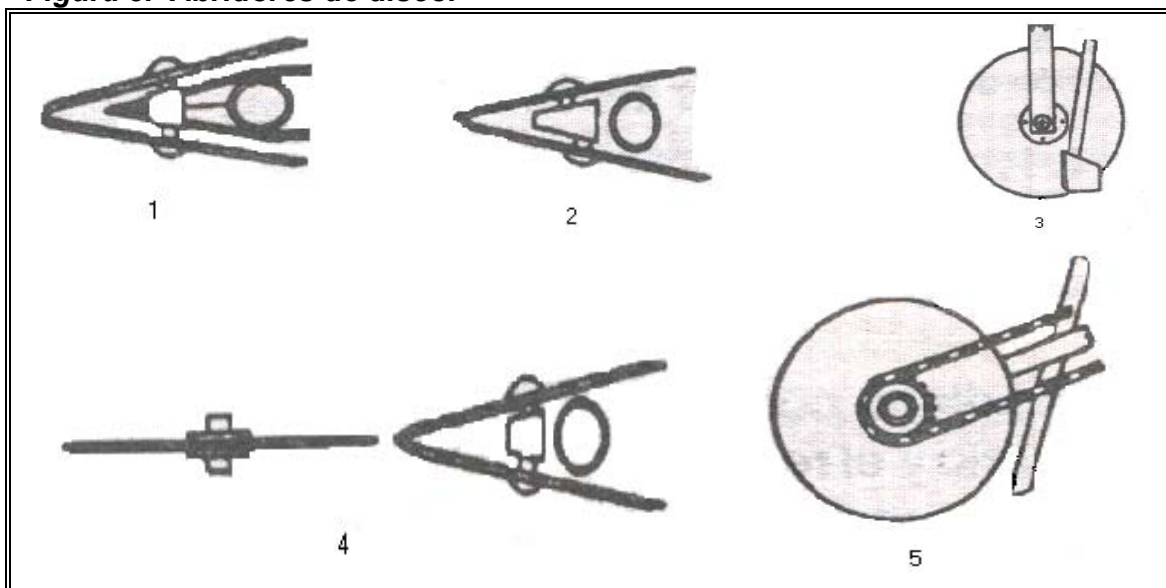
Mecanismo De Barrido(1); Mecanismo de discos verticales alineados y desalineados(2a y 2b); Discos horizontales(3); Disco de cortador corrugado amplio(4); Cincel cortados(5); Subsuelo cortador(6); Rodillo empacador(7); Canastilla empacadora(8); Azadón rotatorio(9); Escardilla(10); Escardilla en forma de S(11).

2.6.3 Mecanismos para la apertura del suelo en la colocación de la semilla.

Abridores de disco: se están convirtiendo en la mejor opción para muchas condiciones, ya que no generan demasiada perturbación, hay un buen control en la profundidad, mejores opciones(reducción en el ancho de trabajo) para el espaciamiento de las hileras y libran residuos más altos. Además de que sirve para cortar el residuo que se encuentra en la superficie del suelo.

Aunque con estos tipos de mecanismo puede existir un doblamiento del residuo en el surco de la semilla, generan mayor efectos fitotóxicos, requieren más mantenimiento y un precio aún mayor que los demás mecanismos al tiempo de la adquisición, además de que requieren de una mayor presión descendente. A continuación se enlistan los tipos de abridores con discos.

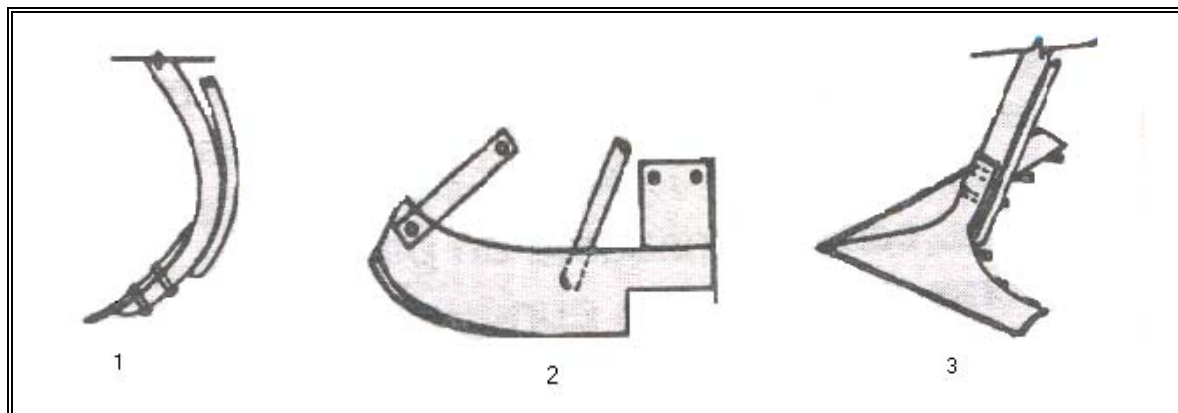
Figura 3. Abridores de disco.



Abridor de doble disco(1); Abridor de doble disco no alineado((2); Abridor de disco sencillo(3); Abridor de disco triple(4); Abridor de disco motorizado(5).

Abridores de escardilla. Este tipo de abridores mueve el residuo y el suelo del área que se va a sembrar; reducen los efectos fitotóxicos y permiten localizar la semilla en una área húmeda; un inconveniente es el bajo despeje con respecto al suelo que ocasiona acumulación del residuo, a demás tienden a desgastarse mucho.

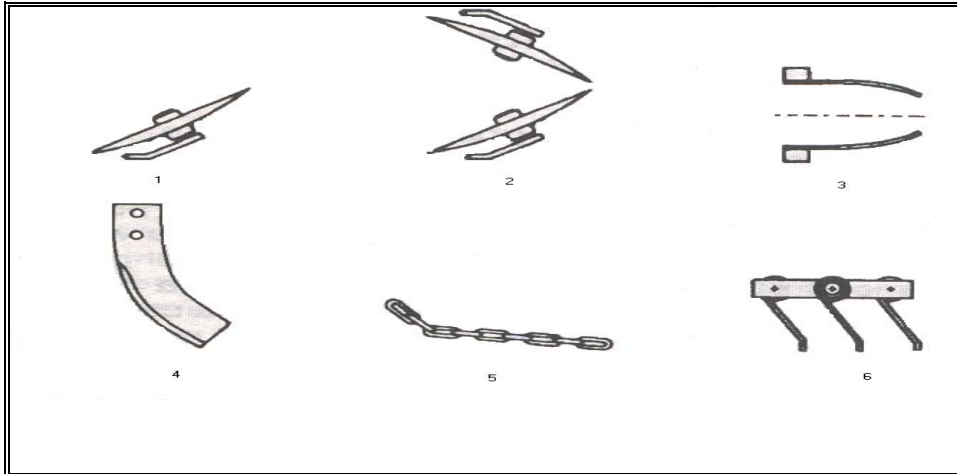
Figura 4. Abridores de escardilla.



Abridor de cincel(1); Abridor de machete(2); Abridor de barrido ancho(3).

equipos deben de tener suelo suelto para cubrir la semilla o deben de aflojar el suelo y colocarlo sobre la semilla; esto último ocurre cuando se siembra en camellón y en franjas.

Figura 5. Cubridores de la semilla



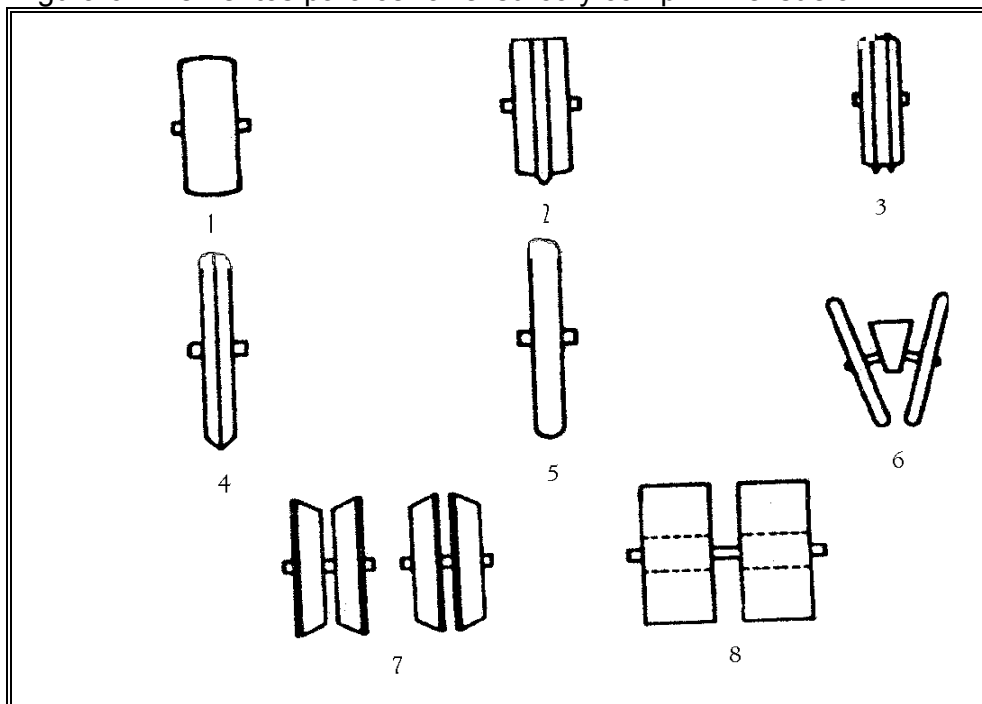
Discos Sencillos(1); Discos Dobles(2); Paletas Cubridoras(3); Cuchillos Cubridores(4); Cadenas Cubridoras(5); Dientes Cubridores(6).

2.6.4 Componentes para cerrar el surco y comprimir el suelo.

La mayoría de las sembradoras tienen ruedas de compresión para cerrar y compactar el surco donde se deposita la semilla. Estas ruedas están disponibles en una amplia variedad de tamaños, forma y configuración.

Las ruedas dobles en ángulo, dan una cubierta a la semilla muy agresiva, en el caso de las ruedas prensadoras con costillas y las ruedas angostas en forma de V redondeadas se usan para transmitir presión a la semilla y apisonar el suelo a su alrededor.

Figura 6. Elementos para cerrar el surco y comprimir el suelo



Ruedas prensadoras amplias(1); Ruedas con costillas sencillas(2); Ruedas con costillas dobles(3); Rueda angosta en forma de V(4); Ruedas redondeadas(5); Ruedas prensadoras dobles(6); Ruedas dobles separadas(7); Ruedas dobles amplias(8).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Protocolo para evaluación de sembradoras de labranza de conservación.

3.1.1 Pruebas de laboratorio.

3.1.1.1 Inspección y verificación de especificaciones de los componentes de la máquina.

Antes de iniciar cualquier trabajo para la prueba, se realiza una inspección y verificación de las especificaciones y detalles de ajustes dados por el fabricante. Principalmente los siguientes sistemas: el mecanismo de corte de suelo y residuo, el mecanismo de dosificación y siembra de la semilla, y el mecanismo de cubrimiento.

3.1.1.2 Determinación de las condiciones de la semilla.

a) Análisis de pureza.

Primeramente se realiza una prelimpieza con una criba de 26/64 RD, posterior a esto se llevo acabo la clasificación con un *Cárter Day* con una criba de 8mm de diámetro, a 34 rev./min.

El objetivo es determinar la composición de la muestra, y por lo tanto, la composición del lote del que se toma; así como la identificación de las especies de semillas y de la materia inerte presente en la muestra; se desglosa y se cuantifican sus componentes: semilla pura, semillas de otros cultivos y hierba; y material inerte.

Método de examen visual.

Procedimiento.

En el caso de semilla de maíz la muestra debe de ser de un kilogramo(Moreno, 1996).

Primeramente se homogeniza el lote(30 Kg) obteniendo de este la muestra(un kilogramo), la homogenización se realiza con un homogenizador Boernet.los componentes de la muestra se determinan manualmente con una espátula y son pesados con una bascula de 0.01 gramo de precisión.

1. Se determina el peso y porcentaje correspondiente de cada componente y se obtiene el porcentaje de semilla pura.

b) Poder Germinativo de la Semilla.

El objetivo de esta prueba es obtener información con respecto a la capacidad de la semilla para producir plántulas normales; los métodos de laboratorio son los mas adecuados ya que permiten controlar las condiciones externas para obtener resultados uniformes y rápidos sobre la germinación de semillas.

La prueba de germinación se lleva acabo con la fracción de la muestra considerada como semilla pura. De esta se toman 400 semillas al azar y se realizan repeticiones de 50 semillas, para evitar que se amontonen y se contaminen con microorganismos que puedan alterar los resultado.

Método de Sustrato entre papel.

Se colocan 8 repeticiones de 50 semillas entre hojas de papel, el embrión de las semillas deben de llevar el mismo sentido; se enrollan en el papel y se instalan en bolsas de polietileno y se llevan a la cámara de germinación en posición vertical.

La humedad relativa de la cámara de germinación debe de ser de 90 – 95 por ciento lo más cercano a la saturación. O de acuerdo a la necesidad de la semilla, se debe supervisar periódicamente para asegurar una humedad adecuada. Con respecto a la temperatura en la cámara de germinación para el caso de la semilla de maíz debe de ser de 20- 30 °C.

La intensidad de la luz es de 750 – 1250 lux (75 – 125 Ft), esto satisface la necesidad de las semillas para germinar. La duración de la prueba de germinación es de 7 días, en la cual se realiza el conteo final(en este se determinan tres aspectos semillas normales, semillas anormales y semillas muertas), prosiguiendo

a determinar el poder germinativo el cual se expresa con relación a las semillas normales.

C) Contenido de humedad.

La humedad es el factor más importante en la conservación de la semilla, ya que favorece el desarrollo de insectos y hongos, y tiene efecto sobre los procesos fisiológicos de la semilla. El contenido de humedad, se entiende como la cantidad de agua que contienen las semillas y es expresado en por ciento (Moreno, 1996).

Método de secado en la estufa en una etapa.

Procedimiento del método a seguir.

- Se pesa la caja y tapa, en la cual serán colocadas las semillas (50-100 semillas).
- Se coloca semilla en la caja se tapa y se pesa
- Una vez pesada caja y semilla se le quita la tapa y sobre ésta se coloca la caja dentro de la estufa; previamente ajustada para mantenerse a 101°C, durante 72 Horas.
- Después de esto se coloca la tapa en la caja, se saca de la estufa y se coloca en el desecador para que sea enfriado sin ganar humedad. Una vez fría, se pesan sin destaparlas; el peso de las cajas será hasta miligramos.
- La determinación del contenido de humedad se obtiene; en tres repeticiones como mínimo en las cuales no debe de existir una diferencia de 0.2 %.

Formula para determinar el contenido de humedad.

$$\% \text{Humedad} = \frac{p1 - p3}{p2 - p1} (100)$$

Donde:

P1 = Peso en gramos de la caja y su tapa.

P2 = peso en gramos de la caja, tapa y semilla

P3 = Peso en gramos de la caja, tapa y semilla después del secado a la estufa.

100 = Factor de conversión.

d) Peso de mil semillas.

Procedimiento.

Se realizan ocho repeticiones de 100 semillas cada una, se pesan en gramos con el mismo número de cifras decimales. Se calcula la varianza(S^2), la desviación típica(S), y el coeficiente de variación(CV); con las siguiente formulas:

$$S^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)} \quad S = \sqrt{S^2} \quad CV = \frac{S}{\bar{X}}(100)$$

Donde:

X = Peso en gramos de cada repetición.

N = Número de repeticiones.

\bar{X} = Media del peso de 100 semillas.

NOTA: Si el coeficiente de variación (CV) no excede de cuatro, el resultado de la prueba puede ser calculado y aceptado. Si el coeficiente de variación excede de los límites, se cuentan y pesan otras ocho repeticiones y se calcula la desviación típica(S) para las 16 repeticiones.

Después de esto se calcula el peso promedio de mil semillas a partir de las ocho o dieciséis repeticiones de 100 semillas, considerando el mismo número de decimales que se recomienda para efectuar el peso de la muestra.

El peso de mil semillas se calcula con la siguiente expresión.

$$P.S. = (\bar{X})(10)$$

Donde:

P. S. = Peso de las 1000 semillas.

\bar{X} = Media de los pesos.

10 = Factor de conversión.

e) Peso volumétrico.

Para determinar el peso volumétrico se recomienda la balanza de peso volumétrico, esta consta de un cono, un recipiente graduado y una balanza.

Procedimiento.

El cono se coloca a una altura de 5 cm sobre la parte central del recipiente graduado, la semilla se vacía en el cono, para caer en el recipiente; sobre pasará el borde del recipiente, lo que permite que el llenado sea uniforme. El exceso se elimina mediante el paso de una regla de madera. Una vez realizada la operación de llenado, este se coloca en el gancho de la balanza y se procede a tomar la lectura de su peso. El peso volumétrico se reporta en Kilogramos por hectolitros. Se obtienen de tres a cinco lecturas para determinar el promedio y este representa el peso volumétrico de la semilla

f) Tamaño de la semilla.

El tamaño de la semilla se determina con un Vernier digital tomando los valores de las dimensiones(longitud, ancho y grosor) de 60 semillas, para posteriormente determinar la media aritmética del tamaño de la semilla a utilizar en las pruebas.

3.1.1.3 Rango de siembra.

Las pruebas de laboratorio se deben de realizar a tolva llena, a media tolva y a un cuarto de tolva, ya que la sembradora debe de ser capas de sembrar en tales condiciones.

3.1.1.4 Determinación de la capacidad de siembra.

Para determinar la capacidad de siembra se coloca la sembradora sobre un soporte que deje libre la rueda motriz. Posteriormente se mide el perímetro de la rueda para calcular el número de revoluciones por minuto que debe de dar a la velocidad de trabajo.

Formula para determinar el número de vueltas.

$$n = \frac{V}{(P)(60)}$$

Donde:

N = Número de vueltas por minuto.

V = velocidad fijada al determinar el régimen de trabajo m/h.

P = perímetro de la rueda de campo(m).

60= Constante de conversión.

Después de establecido el número de vueltas, se adiciona la semilla ha la tolva de la maquina, se colocan bolsas de polietileno ha la salida del órgano de trabajo para recoger la semilla al accionar la rueda motriz, posteriormente se determina la masa de la semilla contenida en cada bolsa, con una balanza de valor de división de 1 g.

Es necesario realizar por cada prueba tres repeticiones como mínimo, con la finalidad de obtener valores más confiables. Estas pruebas se deben de realizar con todas las combinaciones de engranes existentes en el mercado y de acuerdo

al modelo; además de que se deben de realizar a tres capacidades de la tolva: llena, media y aun cuarto de la capacidad de la tolva, con la finalidad de determinar si existe variación alguna en la entrega de la semilla.

Para determinar la capacidad de siembra (Kg/ha). Se deben de considerar los siguientes puntos.

- La masa obtenida en n revoluciones de la rueda motriz.
- Distancia recorrida en las n revoluciones de la rueda motriz
- El ancho de siembra de la máquina, para poder determinar la distancia recorrido en una hectárea.
- Emplear la siguiente expresión para obtener la capacidad de siembra en Kg./ha.

$$C.S. = \frac{(DRH)M}{DRn}$$

Donde:

C.S. = Capacidad de siembra(Kg/ha).

DRH = Distancia recorrida en una hectárea.

DRn = Distancia recorrida en n revoluciones de la rueda motriz.

M = Masa obtenida en n revoluciones de la rueda motriz(Kg).

3.1.1.5 _Daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador.

El daño mecánico o trituración de la semilla se determina colocando la sembradora en un soporte que deje en libre movimiento a la rueda motriz, se calcula el número de revoluciones a aplicar a la rueda, empleando el mismo procedimiento que en el punto anterior, una vez determinadas las revoluciones se aplica la semilla a la tolva, se colocan bolsas de polietileno a la salidas de los órganos de trabajo, se acciona el mecanismo haciendo girar la rueda al número de revoluciones recomendadas; una vez obtenida la muestra, se pesa y después se

separan las semillas dañada de las enteras, se vuelven a pesar por separado y con los pesos obtenidos y la siguiente formula se determina el porcentaje de daño mecánico a la semilla.

$$STR = \frac{ST}{SS + ST} (100)$$

Donde:

STR = Semilla dañada o triturada(%).

ST = Masa de semilla dañada o triturada(g).

SS = Masa de semilla entera(g).

100= factor de conversión.

Se deben de tomar tres muestras de semilla por cada regulación y en cada combinación de engrane. Además antes de realizar esta prueba se debe de analizar que la muestra no contenga semillas dañadas.

3.1.2 Condiciones en que se realiza la prueba.

3.1.2.1 Tipo de tracción.

En este punto se deben de especificar las características principales de la fuente de potencia en la que se acopla la sembradora; como es tipo, marca y modelo.

3.1.2.2 Características del terreno.

Teniendo en cuenta que las sembradoras tienen contacto directo con el suelo y de acuerdo al tipo y condiciones de este su rendimiento puede variar; es necesario considerar las siguientes características del suelo.

3.1.2.2.1 Textura del suelo.

Es necesario realizar un análisis de suelo par poder determinar la textura del mismo; para este fin se puede utilizar el método del hidrómetro con el que se determina la cantidad de sólidos midiendo la densidad de suspensión por medio de un hidrómetro especial; o el método de sedimentación de partículas, ambos basados en la ley de stokes.

3.1.2.2.2 Relieve de la zona agrícola.

Para determinar la pendiente es necesario recurrir a cartas topográficas de la zona agrícola localizando las curvas de mayor pendiente. O en caso contrario realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio.

3.1.2.2.3 Microrelieve de la parcela.

Para determinar el microrelieve en las parcelas, se prosigue de la siguiente manera.

Figura 7. Medidor del microrelieve.



1. Se instala el medidor en el terreno, nivelándolo a la altura requerida y según las condiciones del suelo.
2. En cada uno de los 20 puntos localizados a lo largo del medidor se instala la barra con varillas graduadas localizadas en forma perpendicular ha lo largo de la misma.
3. Por cada uno de los puntos del medidor se obtiene 20 lecturas de la barra, en total se obtienen 400 lecturas de las cuales se determina la ondulación del terreno.
4. el microrelieve o perfil de la superficie del suelo se determina a través de la graficación de los datos, obtenidos por cada parcela.

3.1.2.2.4 Contenido de humedad en el suelo.

El porcentaje gravimétrico de agua (P_w) se determina empleando el método gravimétrico, el cual consiste en obtener una muestra de suelo representativa de la zona de estudio(usando una barrena o un extractor apropiados para el perfil del suelo) a la profundidad deseada; antes de que pierda humedad se deposita en un recipiente que sirve como aislante

térmico y se llevan a laboratorio, la muestra de suelo húmedo se pesa (PSH); se colocan en la estufa a 105 – 110 ° C por 24 horas, se enfría y se obtiene el peso de suelo seco(PSS). Los datos obtenidos se sustituyen en la formula y se calcula el porcentaje de humedad.

$$P_w = \left[\frac{PSH - PSS}{PSS} \right] 100$$

3.1.2.2.5 Densidad aparente del suelo.

Es la relación entre la masa de los sólidos y el volúmen total que ocupan estos, es decir se incluye el espacio poroso existente entre las partículas sólidas. La formula a emplear para obtener su valor es la siguiente:

$$D_a = \frac{m_s}{V_s}$$

Donde:

D_a = Densidad aparente.

M_s = Masa de sólidos.

V_s = Volumen de sólidos.

Para obtener las muestras en campo es necesario utilizar un extractor con cilindros de 100 cm³.

3.1.2.2.6 Determinación del Porcentaje de Residuo de Cosecha.

Para determinar el porcentaje de residuo de cosecha a aplicar en cada una de las parcelas se utiliza el medidor de residuo, el cual se instala en campo.

Figura 8. Medidor de residuo de cosecha.



1. Para determinar el 30 por ciento de cobertura se cubre con residuo de maíz la superficie de 30 cuadros del medidor, se almacena en un recipiente y se pesa para determinar la masa correspondiente al porcentaje de cobertura, posteriormente se determina la cantidad de rastrojo a aplicar por hectárea.
2. Para determinar el 50, 70 y 100 por ciento de cobertura se sigue el mismo procedimiento, realizando como mínimo tres repeticiones por cada porcentaje de residuo.

NOTA Cada cuadrícula del medidor corresponde al uno por ciento.

3.1.2.2.7 Descripción de la labor anterior.

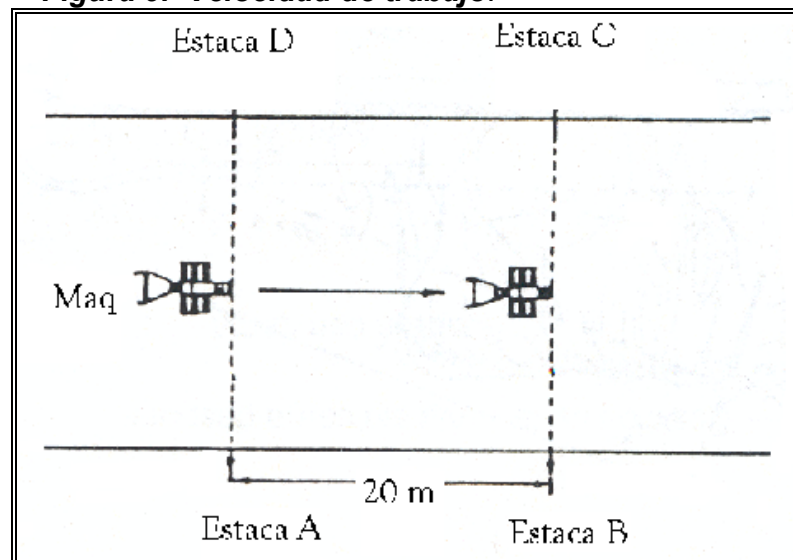
En este punto se debe de describir las labores realizadas en el terreno antes de las pruebas.

3.1.3 Procedimiento de las pruebas en campo

3.1.3.1 Velocidad de trabajo.

Para determinar la velocidad de trabajo se realiza el siguiente procedimiento.

Figura 9. Velocidad de trabajo.



1. Se instalan dos balizas en un extremo de la parcela separadas a 20 metros y dos en el otro extremo, en una forma paralela a las primeras.
2. Se mide el tiempo que tarda la maquina en recorrer los 20 metros.
3. Se realiza la conversión de metros a Kilómetros y de minutos a horas
4. Utilizando la siguiente formula se determina la velocidad de trabajo.

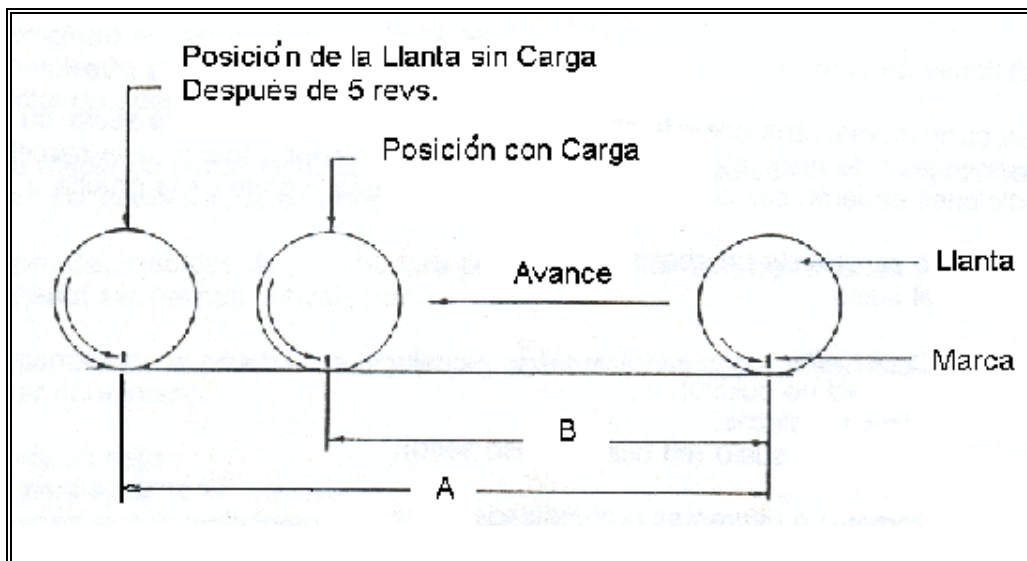
$$V = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

Se realizaron 3 repeticiones de la velocidad de trabajo por parcela en caso de que no exista mucha variación en los datos obtenidos, de lo contrario se deben de tomar el doble de lo estipulado, con la finalidad de obtener confiabilidad en los datos.

3.1.3.2 Determinación del patinaje.

El por ciento de patinaje se determina desarrollando el siguiente procedimiento.

Figura 10. Determinación del patinaje.



1. Se mide la distancia recorrida por la rueda motriz del tractor en 5 revoluciones de la misma sin aplicar carga de trabajo.

2. Se mide la distancia recorrida en las mismas revoluciones de la rueda motriz, pero ahora con carga.
3. Se registran las lecturas de la distancia recorrida en cada una de las condiciones y se prosigue a realizar el calculo de patinaje utilizando la siguiente

$$\%P = \left[\frac{(A-B)}{B} \right] 100$$

expresión.

Donde.

%P = porcentaje de patinaje.

A = Distancia recorrida con carga (m).

B = Distancia recorrida sin carga(m).

100 = Valor de conversión.

En esta prueba se llevan acabo 5 repeticiones.

3.1.3.3 Corte de residuo.

Para determinar la eficiencia de corte es necesario de realizar el análisis de cada uno de los tramos de rastrojos por donde pasaron los discos de la sembradora, para esta prueba se realizaron seis muestreos por parcela.

1. En un metro, por donde pasa la máquina se cuenta el número de rastrojos que se encuentran en él; posteriormente se prosigue a determinar el número de rastrojos que son cortados por los discos.
2. Se considera que el total de rastrojos representan el 100 %.
3. Conociendo el número de rastrojos cortados por el mecanismo se prosigue a determinar el porcentaje de corte. Utilizando la siguiente expresión.

Donde:

$$\%C = \left[\frac{RC}{TR} \right] 100$$

% C = porcentaje de corte.

RC = Número de rastrojos cortados.

TR = Total de rastrojos de la muestra.

100 =Factor de conversión.

Por cada parcela se analizan seis muestras.

3.1.3.4 Profundidad de trabajo.

Para determinar la profundidad de trabajo se realiza el siguiente procedimiento.

1. En un metro lineal, con un nivel y con una regla graduada se toma las lecturas de profundidad de trabajo
2. Por parcela se realizan seis muestreos; el número de lecturas por muestra es de cinco lecturas como mínimo.
3. Para obtener la profundidad por parcela se determina la media aritmética de los datos obtenidos.
4. Posteriormente estos datos son procesados en el modelo estadístico para determinar el análisis de varianza y con esto poder conocer sí existe diferencia significativa en las parcelas con respecto a los tratamientos.

3.1.3.5 Distribución de siembra.

Para poder obtener los datos en campo sobre la distribución de la semilla, se realiza el siguiente procedimiento.

1. Se descubre un metro lineal de surco sembrado, de tal forma que la semilla no sea acarreada con el suelo suelto.
2. Se coloca cinta métrica en el surco sembrado y se mide la distancia entre semillas existentes.
3. Se trata que la primer semilla localizada coincida con el cero de la cinta.
4. Se determina la distribución real de siembra y la media aritmética.

5. Por cada parcela de prueba se realizaron 6 muestreos.

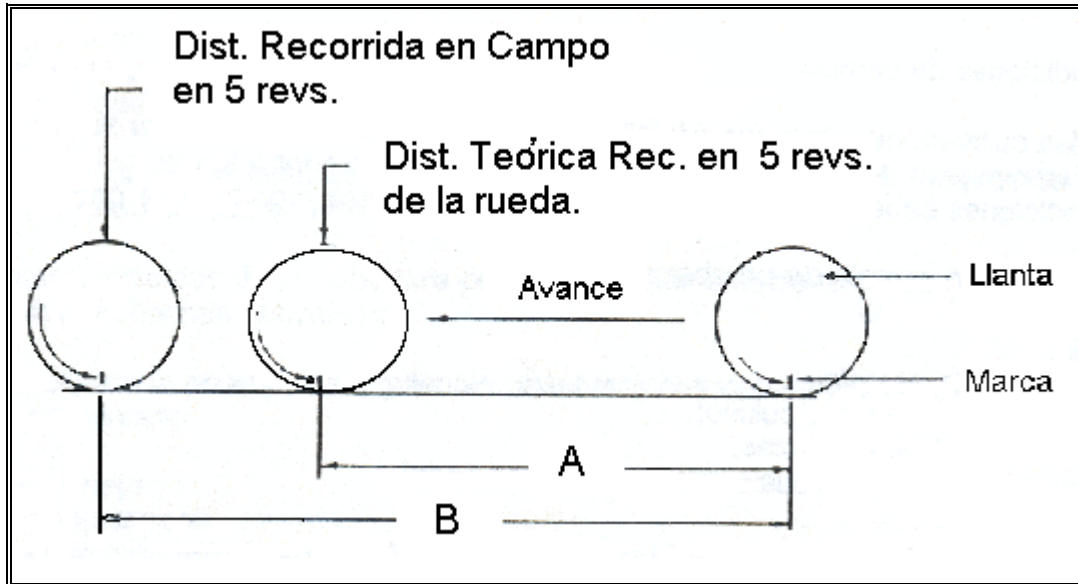
3.1.3.6 Cubrimiento de la semilla.

1. En un metro lineal del surco de siembra se determina el número de semillas que se encuentran descubiertas.
2. Después de esto se determina el total de semillas que existen en la muestra, y en relación con esto se determina el por ciento de cubrimiento.
3. Por cada parcela se realizan 6 muestreos de la prueba y en cada repetición se determina la media aritmética de cubrimiento de la semilla por parcela.
4. Este promedio nos sirve para determinar el comportamiento del cubrimiento en cada uno de los tratamientos, utilizando el mismo método estadístico de las pruebas anteriores.

3.1.3.7 Porcentaje de deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora.

Para determinar el porcentaje de deslizamiento de la rueda motriz se realiza el siguiente procedimiento.

Figura 11. Determinación del deslizamiento.



1. Conociendo el perímetro de la rueda se determina la distancia teórica recorrida en 5 revoluciones.
2. En condiciones de trabajo se marca la distancia recorrida por la máquina en 5 revoluciones de la rueda y se mide.
3. Con las distancias obtenidas en tales condiciones y la siguiente fórmula se calcula el porcentaje de deslizamiento para cada una de las opciones.

$$\% D = \left[\frac{(a - b)}{b} \right] \times 100$$

Donde.

% D = Porcentaje de deslizamiento.

A = Distancia teórica en 5 revoluciones de la rueda motriz.

B = Distancia recorrida en condiciones de trabajo en 5 revoluciones de la rueda motriz.

100 = Factor de conversión.

3.1.3.8 Consumo de combustible.

- a. Primeramente se realiza la instalación de una probeta graduada al sistema de alimentación de combustible del tractor.
- b. Antes de iniciar las pruebas de campo se llena la probeta a 1000 ml (capacidad máxima). Una vez terminada la primer parcela se checa el nivel de la probeta y se registra.
- c. Se procura registrar los niveles de la probeta antes y después de terminar el trabajo en cada parcela, si así se requiere.
- d. Posteriormente se determina la cantidad de combustible consumido por parcela, de acuerdo a la diferencia existente entre el nivel del combustible en la probeta al empezar y al terminar la parcela.

Considerando el gasto de combustible por parcela y la superficie trabajada se calcula el consumo de combustible por hectárea en condiciones de siembra directa.

3.1.3.9 Rendimiento de la máquina.

Para determinar el rendimiento de la máquina se tienen que considerar algunos aspectos como el tiempo requerido para la siembra, el tiempo perdidos en vueltas y por abastecimiento de combustible. Estos son considerados para poder determinar la eficiencia de la maquina.

Con lo anterior y con las siguientes formulas se determina el rendimiento de la maquina en cada parcela.

Primeramente se calcula la eficiencia con la siguiente expresión.

$$\%E = \left[\frac{Tt}{TT} \right] 100$$

Donde.

% E = Por ciento de eficiencia.

Tt = Tiempo teórico.

TT = Tiempo total(Tiempo teórico (+) Tiempo perdido).

100 = Factor de conversión.

Se prosigue a calcular la capacidad teórica, empleando la siguiente expresión matemática.

$$CT = 0.1 \times A \times V$$

Donde.

CT = capacidad teórica.

A = Ancho de trabajo

V = Velocidad de trabajo

0.1 = Factor de conversión.

Después de esto se calcula la capacidad efectiva o rendimiento de trabajo, empleando la siguiente formula.

$$C.E = [(C.T)(E)]$$

Donde:

C.E = Capacidad efectiva o rendimiento.

C.T = Capacidad teórica.

E = Eficiencia de la sembradora.

La metodología y procedimientos empleados en esta investigación es una combinación de la Norma Cubana para evaluación de maquinaria e implementos agrícolas y del procedimiento para evaluación técnica de equipos para pequeños productores del programa de cooperación técnica entre México y gran Bretaña.

3.2 Tratamientos y diseño experimental.

El experimento se establece en campo con un diseño estadístico de parcelas divididas(AxB) donde la parcela grande(A) son los niveles de humedad y las parcelas pequeñas(B) son las diferentes coberturas; por cada tratamiento se toman seis repeticiones.

Cuadro 1. Tratamiento Empleado en la Investigación.

TRATAMIENTOS	
Humedades	
Parcela 1	15.81 %
Parcela 2	19.56 %
<i>Coberturas de Rastrojo</i>	
Parcela Testigo	0 %
Sub-parcela 1	30 %
Sub-parcela 2	50 %
Sub-parcela 3	70 %
Sub-parcela 4	100 %

Con respecto al desempeño de la maquina se evalúan, caracterizando y cuantificando las siguientes variables:

- El corte del residuo.
- Profundidad de siembra.
- Distribución de la semilla.
- Calidad de cubrimiento.
- Daño mecánico de la semilla por el dosificador.
- Consumo de combustible.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Área general.

El trabajo fue realizado en el municipio de General Cepeda, el cual se encuentra localizado al sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas $101^{\circ} 28' 30''$ longitud oeste y $25^{\circ} 22' 41''$ latitud norte, a una altura de 1,460 msnm, con una superficie de 3,517 Km.

Limites. Al norte limita con el municipio de Ramos Arizpe, al sur con el de Parras y Saltillo; al sureste con el de Saltillo y al oeste con el de Parras.

COAHUILA DE ZARAGOZA.

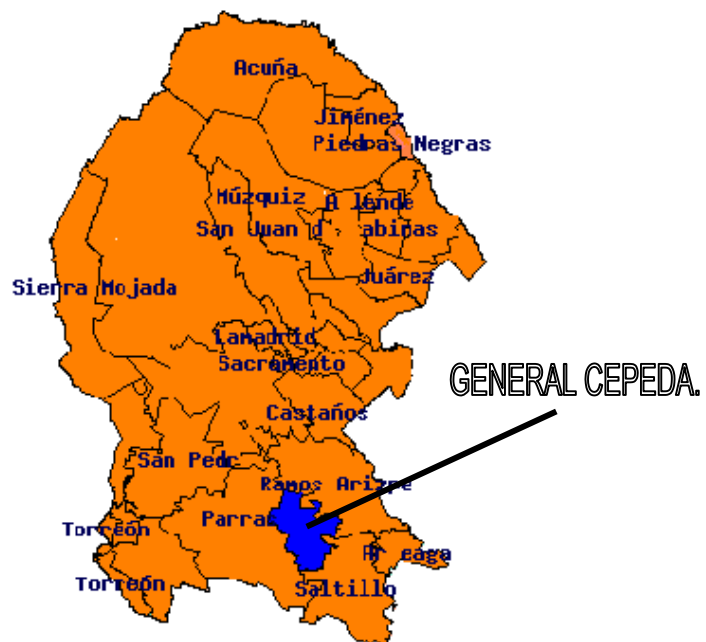


Figura 12. Ubicación Geográfica del área de estudio

Flora. La vegetación es escasa en la mayor parte del territorio municipal y corresponde al tipo de matorral desértico. Existen fundamentalmente plantas resistentes a la sequía como biznagas, lechuguilla, gobernadora, mezquite y nopal.

Clima. Al noroeste del municipio se registran climas de subtipos secos templados, al noreste y sur subtipos secos semicalidos; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 mm. Con régimen de lluvia en los meses de Mayo a Enero.

Los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 8 a 15 Km./h; la frecuencia anual de heladas es de 20 a 40 días y granizadas de uno a dos días.

Suelo. Según el mapa G14-7 del CETENAL (INEGI) sobre suelos de Coahuila, los suelos de la región de General Cepeda, son de formación aluvial.

4.2 Evaluación de la sembradora JD MP-25 de labranza de conservación.

4.2.1 Pruebas de laboratorio

4.2.1.1 Inspección de la condición física de la máquina.

La sembradora MP-25 labranza de conservación fué inspeccionada, antes de llevarse a cabo la evaluación, encontrándose en las siguientes condiciones:

- Falta de limpieza, por lo cual fué necesario realizar una limpieza general de la máquina.
- Falta de lubricación de las partes móviles, por tal motivo después de la limpieza se realizó la lubricación.

Determinación de los componentes faltantes y piezas en mal estado.

A. Cadena del mecanismo de fertilizante.

B. Disco del abre surco del fertilizante desajustado.

Considerando estas condiciones no hubo problemas con respecto a la cadena faltante, ya que la máquina fué utilizada solo con los componentes del

mecanismo de siembra y no fué necesario utilizar el mecanismo de fertilización, con respecto al movimiento del disco abre surco para el fertilizante, solo se realizó un ajuste, quedando con esto en condiciones de trabajo.

4.2.1.2 Verificación de Especificaciones de los Componentes de la Sembradora.

Las especificaciones se obtuvieron del manual de operación John Deere OMP54358 Edición A7.

Acoplamiento.

Especificación. La sembradora MP-25 para mínima labranza se puede acoplar a una barra porta herramienta cuadrada de 5.7 cm (2-1/4 plg.).

Verificación. Se verificó que la sembradora se acopla a una barra porta herramienta cuadrada de 5.7 cm (2-1/4 plg.) por 2.40 m de largo.

Ancho entre Hileras.

Especificación. El ancho mínimo de trabajo, sin aditamento para fertilizante seco, según el manual es de 51 cm y con el aditamento es de 66 cm; se puede ajustar según las necesidades.

Verificación. De acuerdo a la verificación realizada el ancho mínimo de trabajo sin aditamento para fertilizante llega a alcanzar hasta 45 cm considerando una torre de enganche de 32.5 cm de base. Con aditamento para el fertilizante llega a trabajar hasta 50 cm de ancho entre hileras.

Timón recto del disco cortador.

Especificación. Este no puede instalarse en medio del enganche central, por lo que se recomienda su uso solo en pares de sembradoras; el disco es de forma dentada para eficientar el corte del tallo del residuo; consta de limpiadores interno

y externo, los cuales pueden quedar en contacto con el disco; o ajustarlos, para que tengan un claro menor de 1 mm entre estos y el disco.

Verificación. Según verificación realizada del timón recto y el disco cortador de residuo, los datos descritos en el manual son correctos.

Tolva de la Semilla.

Especificación. Esta tiene una capacidad de 25.4 l, como recomendación se debe de comprobar que el fondo de la tolva debe de quedar nivelado con el soporte de la tolva.

Verificación. De acuerdo a un radio de 0.15 m y una altura de 0.40 m se obtuvo una capacidad 28.2 litros, que corresponde a 19.74 Kg. Con una semilla que tiene un peso volumétrico de 70 kg/hl

Abre surco de la Semilla.

Especificación. Cuenta con abre surcos dobles, consiste de un disco plano de 304.8 mm acoplado a cada lado del soporte abre surco. Los discos están equipados con limpiadores externos e internos y un escudo para evitar que terrones o piedras pequeñas entren por encima de los puntos de convergencia de los discos; diseñados en forma de "V" para depositar de forma adecuada la semilla.

Verificación. Las medidas del disco son adecuadas, existe una mínima variación, la cual se considera como desgaste del material debido al uso de la sembradora.

Cubridor de la Semilla.

Especificación. Además de contar con un disco cubridor; cuenta con una rueda cubridora que ayuda a evitar la formación de bolsas de aire, las cuales perjudican la germinación de la semilla.

Verificación. Con lo que respecta al discos cubridor, este realiza una buena función; Mientras que la rueda cubridora, es un poco afectada por la posición de la rueda prensadora.

Rueda Prensadora o motríz.

Especificación. Esta rueda es de un diámetro de 55.8 cm y puede ser equipada con limpiadores; además de que desempeña tres importantes funciones: como rueda de mando, rueda prensadora, y rueda reguladora.

Verificación. De acuerdo a la verificación realizada el diámetro de la rueda es de 55.2 cm, a pesar del uso que a tenido la máquina no a sufrido excesivo desgaste.

Estas son las verificaciones de especificaciones de los principales componentes de la sembradora MP-25 de mínima Labranza.

4.2.1.3 Condiciones de la semilla.

La capacidad de la semilla agrícola para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; sin embargo, por características biológicas y físicas de la semilla que repercuten en su calidad, es necesario considerar aspectos; como pureza física, contenido de humedad, peso volumétrico, peso de 1000 semillas y tamaño de la semilla.

En el cuadro 2 se enlistan las características principales de la semilla utilizada para las pruebas.

Cuadro 2. Características de la semilla.

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Cultivo	Maíz
Variedad	Criolla
Pureza de la Semilla	96.416 %
Poder Germinativo	93.5 %
Peso de 1000 Semillas	227 g
Humedad de la Semilla	12.91 %
Masa Volumétrica	70 kg./hl
Longitud	10.12 mm
Ancho	7.96 mm
Grosor	3.69 %

Teniendo en cuenta que es semilla pequeña y heterogénea se utilizó un plato semillero estándar de 16 celdas; el cual de acuerdo al fabricante está diseñado para trabajar eficientemente con semilla heterogénea, sin que esta sea afectada. Uno de los fines de utilizar semilla criolla es debido a que es utilizada por la mayoría de los productores de la región bajo estudio.

4.2.1.4 Rango de siembra.

Este punto no fue realizado, por no contar con el banco de pruebas necesario, por lo cual se tuvo que omitir esta prueba en las prácticas de laboratorio; al igual que la determinación de la capacidad de siembra.

4.2.1.5 Daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador.

El que la semilla germine o no, depende de factores como la humedad del suelo, la profundidad de siembra, el cubrimiento de la semilla, y entre estos el buen estado físico de la misma; si es triturada al tiempo en que se siembra, muy difícilmente podrá germinar y emerger, lo cual afectará la producción del cultivo. Por ello la importancia de determinar el grado de trituración que genera la sembradora a la semilla al tiempo en que es depositada en el suelo, además de que con esto se puede saber si la máquina afecta o no la germinación.

A continuación se enlistan los porcentajes de daño mecánico a la semilla de acuerdo a cada una de los rangos de siembra.

Cuadro 3. Daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador.

NIVELES	PORCENTAJE
TOLVA LLENA	2.17 %
MEDIA TOLVA.	2.07 %
UN CUARTO DE TOLVA	2.02 %

Como se puede notar el porcentaje de daño mecánico a la semilla es mínimo, de acuerdo a los resultados, de cada 100 semillas que son sembradas, aproximadamente dos son dañadas. Por lo tanto no es significativo y se puede considerar que el mecanismo dosificador de la sembradora con tal plato semillero provoca un daño mínimo a la semilla en el momento que es depositada en el suelo.

4.2.2 Condiciones en que se realizan las pruebas de campo.

4.2.2.1 Fuente de potencia.

Se utilizó un tractor NH 5010 FWD, con 70 HP al volante y una velocidad nominal del motor de 1967 rpm.

4.2.2.2 Textura del suelo.

Según el mapa G14-7 del CETENAL (INEGI) sobre suelos de Coahuila, los suelos de la región de General Cepeda, son de textura franco arcillosa; además se realizó un análisis de suelo, en las parcelas de evaluación obteniéndose los siguientes resultados en el muestreo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis del suelo.

PARCELA	PROF.(Cm)	M.O. (%)	PH	TEXTURA(%)		
				ARENA	ARCILLA	LIMO
1	0 – 15	0.53	8.3	35.6	38.0	26.4
1	15 – 30	2.3	8.4	33.6	38.0	28.4
2	0 – 15	1.3	8.3	41.6	34.0	24.4
2	15 – 30	1.3	8.3	43.6	28.0	28.4

De acuerdo a la profundidad de 0 – 15 cm y al valor en porcentaje de materia orgánica el suelo es medianamente pobre, con una alcalinidad media y una textura franco arcillosa. De 15- 30 cm de profundidad existe una variación en la materia

orgánica, considerándose medianamente rico; mientras que en PH y textura sigue siendo igual.

4.2.2.3 Relieve de la región.

De acuerdo a las curvas de nivel (de la zona agrícola) localizadas en la carta topográfica del CETENAL cuya clasificación es G14-C32, nos indican que la pendiente de región se encuentra entre 1 y 2 por ciento. Las parcelas de evaluación tienen la misma pendiente.

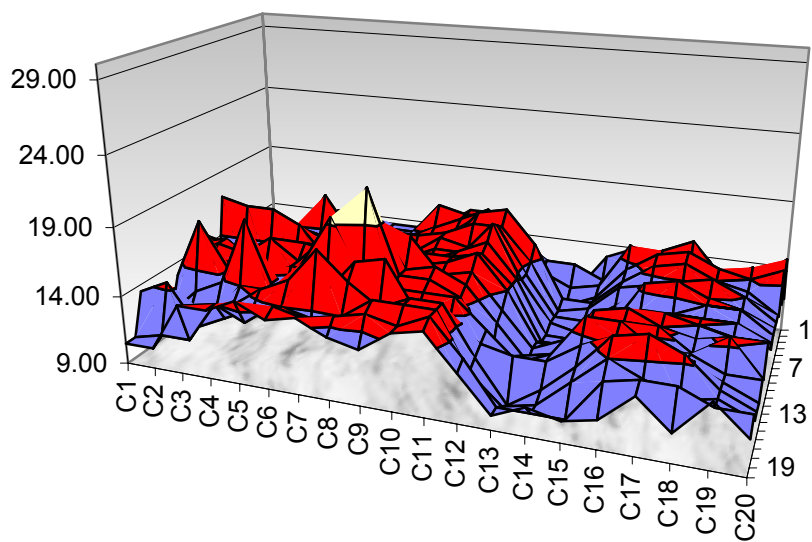
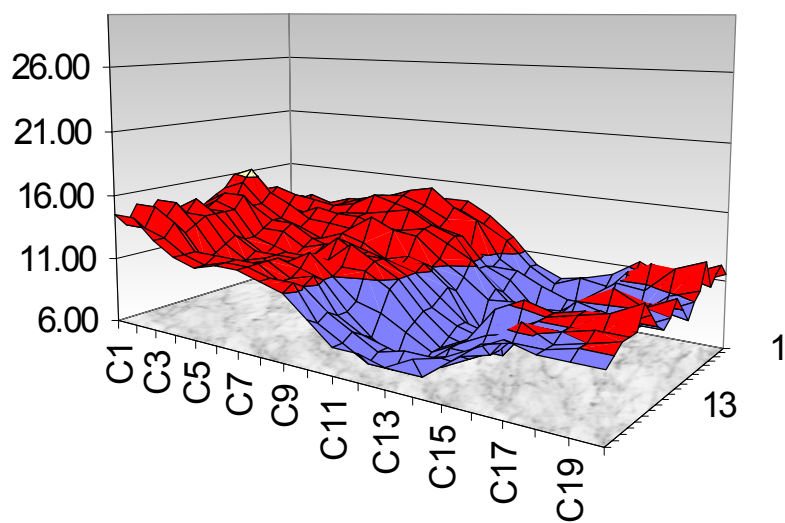
4.2.2.4 Microrrelieve de las parcelas.

En cada una de las parcelas de prueba se analizó el microrrelieve, graficándose los datos obtenidos por cada parcela.

Microrrelieve de las parcelas .

Como se puede observar las parcelas presentan pequeñas ondulaciones; con diferencias máximas de 10 cm entre los puntos más bajos y más altos esto es debido a pequeñas cárcavas que se encuentra en forma paralela al ancho de la parcela, y el agua de lluvia genera escurrimiento que forma estas zanjas. En la figura 13 se muestra como ejemplo dos mediciones del microrrelieve.

Fig. 13 Resultados de la determinación del microrrelieve de las parcelas (la escala vertical está en cm)



De acuerdo a la medición del microrrelieve, la superficie de las parcelas no tienen grandes desniveles. Se considera que las diferencias entre los puntos más bajos y más altos no afecta el desempeño de la sembradora sobre todo el accionar de la rueda motriz.

4.2.2.5. Contenido de humedad del suelo.

El contenido de humedad del suelo es un factor importante, ya que este determina la resistencia del suelo al corte, debido a que a mayor contenido de humedad disminuye la cohesión y adhesión de los agregados (Figueroa, 1992).

El trabajo realizado en la evaluación de la sembradora fué llevado a cabo en dos contenidos de humedad, el primer nivel fué de 15.81%, mientras que el segundo fué de 19.56 % de humedad respectivamente, con la finalidad de poder determinar si existe variación en el comportamiento de los componentes de la sembradora; que tienen contacto directo con el suelo, de acuerdo a los contenidos de humedad.

4.2.2.6 Densidad aparente del suelo.

De acuerdo al muestreo de suelos realizados antes de la evaluación se obtuvo una densidad aparente promedio de 1.24 g/cm^3 , a una profundidad de 5 cm. Los datos se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 5. Densidad aparente del suelo.

MUESTRA	PROFUNDIDAD	Da.
R1	0 - 5 cm	1.22 g/cm^3
R2	0 - 5 cm	1.25 g/cm^3
R3	0 - 5 cm	1.22 g/cm^3
R4	0 - 5 cm	1.20 g/cm^3

R5	0 - 5 cm	1.32 g/cm ³
----	----------	------------------------

4.2.2.7 Coberturas del residuo de maíz.

En las pruebas de campo se ubicaron cinco parcelas de 50 x 10 m, en cada una de las parcela se ubicaron tasas específicas de cobertura de residuo de Maíz(Testigo(0), 30, 50, 70 y 100 por ciento, respectivamente).

Se determinó el peso de cada uno de los porcentajes utilizados en las pruebas de campo, obteniéndose los siguientes valores.

Cuadro 6. Peso correspondiente a los niveles de mantillo

Coberturas (residuos de maíz)	Ton/ha.
30 %/ha.	3.417
50 %/ha.	6.441
70 %/ha.	7.725
100 %/ha.	13.170

Cabe mencionar que el peso obtenido en estas pruebas, tal vez no sean los mismos que en pruebas realizadas en otras investigaciones, ya que depende del tipo de rastrojo utilizado como mantillo y del contenido de humedad existente en el momento de la lectura.

4.2.2.8 labor anterior.

De acuerdo a una entrevista realizada al dueño del predio donde se realizó la evaluación de la sembradora, el terreno tiene más de un año sin ser utilizado para las labores agrícolas, desde la fecha solo se aplicaron dos pasos de rastra

para la siembra de maíz en el periodo P-V 99. a demás de que había estado siendo utilizado para el pastoreo.

4.2.3 Procedimiento de la pruebas de campo.

4.2.3.1 Velocidad de trabajo.

La velocidades a las que se trabajó en campo, fueron las siguientes.

Cuadro 7. Determinación de la velocidad de trabajo.

COBERTURAS	VELOCIDAD (Km./h)
Testigo	6.5691 Km./h
30%	4.8987 Km./h
50%	5.0307 Km./h
70%	4.7441 Km./h
100%	4.8811 Km./h

Se aclara que en la primer parcela se trabaja a una macha de 4^{ta} y a una velocidad del motor de 1967 rpm. Mientras que en las demás se trabajo en 3^{ra}. Y a la misma velocidad del motor, en general se obtuvo una velocidad de trabajo de 5.1 Km/h.

De acuerdo a lo observado en campo a mayor velocidad de trabajo la profundidad fué menor, y cuando se bajo la marcha la profundidad aumenta un poco más; por lo cual se modificó la marcha de trabajo.

4.2.3.2 Patinaje del tractor.

El patinaje obtenido en las pruebas es de 0.77 % este porcentaje demuestra; que la sembradora no requiere de mucha potencia de la máquina motriz, que existe una distribución adecuada del peso de la misma y buen ajuste del implemento, con

esto nos da como resultado una mínima o nula pérdida de eficiencia en la utilización del equipo, debido al patinaje.

4.2.3.3 Corte del residuo de cosecha.

Una de las funciones de los discos de la sembradora es la de cortar el residuo de la cosecha anterior; los discos cortan el residuo de la superficie solo si esta dura y tienden a empujarlos dentro de los suelos cuando estos se encuentran suaves y cultivados(Figueroa, 1992).

Fig. 14 Disco Cortador de residuo de cosecha



Fig. 15 Corte del residuo.



De acuerdo a lo observado en campo con respecto al corte del residuo se considera eficiente, además con los datos obtenidos en campo se realizó el análisis de varianza(ANVAR) obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 8. ANVAR sobre el corte de residuo.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft.		
					0.05	0.01	
Repeticiones	5	60.125	12.0250	1.0021			
Humedades (A)	1	28.0625	28.0625	2.3385	6.6	16.26	Fc.< Ft.
Error (A)	5	60.0000	12.0000				
Coberturas(B)	4	112.0625	28.0156	2.3310	2.61	3.88	Fc.< Ft.
Error de (B)	40	480.7500	12.0187				
Interacción	4	112.0000	28.0000	2.3297			
Total	59	853.0000					

Los resultados del ANVAR indican que el factor de corrección calculado es menor al factor tabulado a 95 Y 99 por ciento de significancia, esto se expresa tanto en los niveles de humedad como en las coberturas de residuos de cosecha.

El trabajo de los discos no es afectado ni por la humedad y ni por las coberturas de residuos.

Cuadro 9. Media de los tratamientos en el corte del residuo.

HUMEDADES	MEDIAS
15.81 %	100
19.56 %	98.6333
COBERTURAS	
T	100
30%	96.5833
50%	100
70%	100
100%	100

Como se observa en la tabla de medias en el estado más seco del suelo, existe una mejor eficiencia en el corte; en tanto que en el mayor contenido de humedad es un poco menor la eficiencia de corte de residuo, con esto se comprueba lo expuesto por Figueroa en 1992.

Con respecto a las coberturas de residuo de cosecha de acuerdo a los valores obtenidos se considera que ninguna de las coberturas afectan al mecanismo de corte.

El valor del coeficiente de variación es de 3.490 %, el cual nos indica alta confiabilidad en los resultados.

4.2.3.4 Profundidad de trabajo.

La profundidad de penetración en el suelo es función de la fuerza descendente y de la resistencia del suelo, además de que ésta varía en función de las condiciones de humedad en el suelo y de los residuos.

El contenido de humedad del suelo es otro de los factores que determinan la resistencia a la penetración del suelo, debido a que a mayor contenido de humedad disminuye la cohesión y adhesión de los agregados (FIRA, 1996)

Para el caso del cultivo de maíz bajo no labranza es recomendable sembrar a una profundidad de 2.5 a 4 cm (Figueroa, 1992).

Fig. 16 Discos abridores de surco Fig. 17 Determinación de la profundidad.



La profundidad de trabajo de acuerdo a los datos obtenidos en campo fué aceptable de acuerdo a los valores descritos en literatura sobre labranza de conservación, anteriormente mencionados

Los resultados estadísticos sobre el análisis de varianza se muestran en seguida.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la profundidad de trabajo.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft.		
					0.05	0.01	
Repeticiones	5	56.0891	11.2178	7.4332			
Humedades (A)	1	34.7345	34.7345	23.0161**	6.6	16.26	Fc.> Ft.
Error (A)	5	7.5457	1.5091				
Coberturas(B)	4	27.4169	6.8542	2.1343	2.61	3.88	Fc.< Ft.
Error de (B)	40	128.4605	3.2115	0.4846			
Interacción	4	6.2254	1.5563				
Total	59	260.4723					

** Alta significancia.

De acuerdo a los niveles de humedad el factor de corrección calculado es mayor que el tabulado a los dos niveles de significancia, por lo tanto se considera altamente significativo, lo que nos indica que existe variación en el comportamiento de la profundidad de siembra de acuerdo a cada una de las humedades.

Considerando así que la profundidad aumento en tanto se incremento el contenido de humedad en el suelo.

Con respecto a las coberturas de residuo de cosecha(mantillo), el factor de corrección calculado es menor que el tabulado por tal no hay significancia; estadísticamente el valor de la profundidad no vario con respecto a las coberturas de residuo.

Cuadro 11. Medias de los tratamientos en la profundidad de trabajo.

HUMEDADES	MEDIAS
15.81 %	3.0588 cm
19.56 %	4.5805 cm
COBERTURAS	MEDIAS.
T	5.0618 cm
30%	3.2402 cm
50%	4.0034 cm
70%	3.4805 cm
100%	3.3123 cm

Como se observa en la tabla de medias, el nivel más alto de humedad tuvo un incremento de profundidad de 1.52 cm mayor con respecto ha el nivel más bajo de humedad. Con esto se puede comprobar que el contenido de humedad es un factor determinante en la penetración del suelo por los discos de la sembradora.

En la profundidad de siembra el coeficiente de variación es de 46.91 por ciento el cual puede considerarse como alto, pero debido a que en los tratamientos a evaluar intervienen factores externos que no pueden ser controlados, ya que en condiciones de campo existe gran heterogeneidad en el suelo, por tal este valor es aceptables.

4.2.3.5 Distribución de la Semilla.

La distribución es un factor importante en la determinación de la densidad de siembra, además de que influye en la producción del cultivo.

Fig. 18 Distribución de la semilla.



Con los datos obtenidos en campo se prosiguió a realizar el análisis estadístico

Cuadro 12. Análisis de varianza en la distribución de siembra.

F.V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft. 0.05	0.01	
Repeticiones	5	600.4843	120.0968				
Humedades (A)	1	5.0507	5.0507	0.0921	6.6	16.26	Fc.< Ft.
Error (A)	5	274.2519	54.8503				
Coberturas(B)	4	608.7480	152.1870	2.7988*	2.61	3.88	Fc.> Ft.
Error de (B)	40	2175.0390	54.3759				
Interacción	4	497.0625	124.2656				
Total	59	4160.6367					

* Significativo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ANVAR, los niveles de humedad no presentan variación significativa alguna, ya que el valor del factor de corrección calculado es menor que los del factor de corrección tabulado. Por lo tanto se considera que los niveles de humedad no producen diferencia en la distribución de la semilla.

Con respecto a las medias obtenidas en las humedades nos indican que en el nivel mas bajo de humedad se obtuvo un valor promedio de distribución de 21.30 cm, mientras que en el mayor contenido de humedad se obtuvo 20.55 cm.

En la tabla de ANVAR con respecto a las coberturas si existe significancia a un nivel de 95 %, lo cual nos indica que existe variación en la distribución de acuerdo a las coberturas, pero no indica cual es la mejor, además es necesario comprobar si realmente existe significancia, por lo tanto se efectúa la prueba de Tukey entre las medias del tratamiento para conocer cual de ellas son de mayor distribución.

El método de Tukey sirve para realizar todas las comparaciones múltiples posibles, además de determinar la significancia. Se prosiguió Primeramente a calcular el valor de la diferencia mínima significativa(DMS), el cual es de 12.16, después de esto se ordenan las medias en forma decreciente y se busca la diferencia entre las medias.

Cuadro 13. Pruebas de tukey en los niveles de mantillo en la distribución.

Tratamientos	70%	50%	0%	30%	100%	
	25.3666	22.3972	21.1629	20.5529	15.5701	
100%	15.5701	9.7965	6.8271	5.5928	4.98	0
30%	20.5529	4.8137	1.8443	0.61	0	0
0%	21.1629	4.2037	1.2343	0	0	0
50 %	22.3972	2.9694	0	0	0	0
70 %	25.3666	0	0	0	0	0

Si las diferencias de medias, son mayores a la DMS se dice que las medias son significativas; En caso contrario no habrá significancia (Padrón, 1996). En base a esto se determina que no existe significancia, ya que ninguna de las

diferencias de las medias de los tratamientos son mayor a la diferencia mínima Significativa; pero se puede menciona de acuerdo a las medias de los tratamientos que la mayor distribución es la del tratamiento de 70 por ciento de cobertura con una distancia de 25.36 cm entre semillas; mientras que la mas baja es la de 100 por ciento de cobertura con una distancia de 15.57 cm, el valor que más se aproxima a la distribución especificada(20.7 cm con la combinación de engranes de 12 – 7 de mando y mandado, respectivamente) por el manual de operación, es de 20.55 cm en el 30% de cobertura. De acuerdo con los valores del cuadro 13 se puede decir que a partir del 70% de cobertura, la distribución se ve afectada.

Con respecto al Coeficiente de Variación su valor es de 35.09 por ciento es difícil poder alcanzar valores mínimos debido a que se trabaja en un ambiente no controlado y existe una gran heterogeneidad en las condiciones de prueba.

4.2.3.6 Cubrimiento de la semilla.

En seguida se ilustra uno de los componentes para el cubrimiento de la semilla

Fig. 19 Cubrimiento de la semilla.



Cuadro 14. Análisis de varianza en el cubrimiento de la semilla.

F.V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft.		
					0.05	0.01	
Repeticiones	5	6722.8125	1344.5625				
Humedades (A)	1	5693.8437	5693.8437	6.9227*	6.6	16.26	Fc.> Ft.
Error (A)	5	4112.4375	822.4874				
Coberturas(B)	4	1590.0937	397.5234	0.6682	2.61	3.88	Fc.< Ft.
Error de (B)	40	23796.4062	594.9101				
Interacción	4	1898.0937	474.5234				
Total	59	43813.6875					

* significativo

En el cubrimiento de la semilla los contenidos de humedad, generan significancia al 95%, mientras que al 99% no hubo, lo cual indica que en uno de los dos contenidos fué mejor el cubrimiento de la semilla.

De acuerdo a valores obtenidos en el ANVAR con respecto a los niveles de Mantillo, indican que no existe significancia alguna en el comportamiento del cubrimiento de la semilla.

Cuadro 15. Media de los tratamientos en el cubrimiento de la semilla.

HUMEDADES	MEDIAS
15.81 %	76.6836
19.56 %	96.1666
COBERTURAS	
T	81.2500
30%	80.7000
50%	93.0924
70%	91.6666
100%	85.4166

De acuerdo con las medias obtenidas en el contenido de humedad más bajo se tuvo un cubrimiento de 76.68 por ciento, Mientras que en el mayor contenido se obtuvo un cubrimiento del 96.16 por ciento, una diferencia de 19.48 por ciento mayor con respecto al primer nivel; con esto se puede notar que ha un contenido de humedad adecuado se mejora el cubrimiento de la semilla.

En esta variable el coeficiente de variación es de 28.22%, valor aceptable como para considerar que los datos obtenidos en campo se consideren confiables.

4.2.3.7 Deslizamiento de la rueda prensora.

Se realizaron las pruebas de deslizamiento a la rueda motriz de la sembradora en dos condiciones de la superficie del suelo, a 0 % y 30% de residuo de cosecha respectivamente, notándose según resultado obtenido que el porcentaje de deslizamiento es de 8.90 %; en las dos condiciones, lo cual no existe variación en los tratamientos.

Este valor de deslizamiento es considerado como mínimo, se cree que no provoca un gran problema en la distribución, aunque puede reducirse o desaparecer de acuerdo a algunos detalles que se pueden mejorar.

Cuadro 16. Porcentajes de deslizamiento de la rueda cubridora.

Condiciones de la sup. Del terreno.	Distancia Teórica recorrida en 5 Rev. de la rueda (m).	Dist. recorrida en 5 Rev. de la rueda(m).	%de deslizamiento
0 % de residuo de cosecha	8.60 m	9.365 m.	8.90
30 % de residuo de cosecha.	8.60 m	9.365 m	8.90

4.2.3.8 Consumo de combustible en la siembra.

En el sistema de labranza convencional el consumo de combustible tiende a incrementar hasta 37 l/ ha. Conforme se incrementa el contenido de humedad y la profundidad de trabajo (Gómez Palacio, 1997)

Las pruebas fueron realizadas en condiciones de cero labranza y en cada parcela se obtuvo el siguiente consumo de combustible del tractor.

Cuadro 17. Consumo de combustible.

PARCELA	L/h.	L/ha.
T	3.78	8.8
2	3.05	8
3	2.63	8.3
4	2.73	8.9
5	4.01	10.1

El consumo de combustible obtenido en promedio en litros por hectárea es de 8.82 litros, mientras que en litros por hora es de 3.24 litros. Comparando el gasto de combustible en la labranza de conservación y la labranza Convencional esta

última tiene un incremento de casi 20 lts/ha. Mas que en la Labranza de Conservación.

Como se comprueba en labranza mínima(LM) el gasto de combustible es inferior al de labranza tradicional(LT), ya que en LM Se trabaja a una profundidad de siembra menor, además de que el número de paso de implementos, es mínimo. Con esto se puede decir que en labranza de conservación, el gasto de combustible es menor que en labranza tradicional generando así menor gasto en la siembra del cultivo.

V. CONCLUSIONES.

En referencia a las condiciones ya descritas en que se trabajó y de acuerdo a lo estipulado en los objetivos e hipótesis con respecto al desempeño de la máquina en de las funciones de corte del residuo, profundidad trabajo, distribución de la semilla y cubrimiento de la semilla, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los diferentes niveles de mantillo, solo afectaron levemente la distribución de la semilla a partir de cubiertas mayores al 70% aunque estadísticamente las diferencias entre niveles no fueron significativas. En todas las demás funciones de la sembradora, se tuvo buen desempeño en cada uno de los niveles de cobertura.

En relación a los niveles de humedad a los que se trabajó, existe diferencia en dos funciones: (1) En la profundidad de trabajo en el nivel más alto de humedad (19.56 % en base a peso) se obtuvo un incremento de 1.52 cm comparado con el nivel de menor humedad (15.81% en base a peso). (2) En cubrimiento se obtuvo un 19.48 por ciento superior en el nivel mas alto de humedad que en el 15.81 por ciento de humedad. Con respecto a la funciones de corte de residuo y distribución de la semilla estas no fueron afectadas por los niveles de humedad.

El consumo de combustible para la siembra de Maíz en labranza de conservación con la sembradora MP-25 se encuentra en un rango de 8 a 10 L/Ha.

VI. LITERATURA CITADA.

Banco de México- FIRA. 1992. Labranza de conservación en México, Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego.

Bhat, S.N. 1993 development and evaluation of low cost metering mechanism for an indigenous seed drill, college of Agriculture engineering, Raichur; Karnataka, India.

Bernabé, J.J. Morales C. N., Chávez A. N., 1996 Evaluación en Campo de Sembradoras Unitarias, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Báez Almazán, O. 2001. Cuantificación del gasto de energía utilizada en la siembra de maíz y sorgo en el Norte de Tamaulipas, Tesis, Licenciatura, UAAAN., Saltillo, Coahuila, México.

Comité Estatal de Normalización, 1988. Norma Cubana para maquinaria e implementos agrícolas, nivel central. Regido No. 610 e/ Gloria y Apodaca, Municipio Habana Vieja, Cuba.

Castro, R. F. E. 1998, Evaluation of three seed Distribution mechanisms, Centro agropecuario, Planaltina, DF, Brazil.

Cadena Zapata. M., 1999. Soil Workability as a basis for the advice on tillage activities. PhD Thesis Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

Club de labranza de conservación. 2000. Folleto Informativo sobre resultados del establecimiento de parcelas en labranza de conservación, Linares, Nuevo León. México.

Figueroa Sandoval, B. y F. Morales Flores. 1992. " Manual de Producción de cultivos con labranza de conservación", Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. De México, 1994.

García, C. 1992 Prueba y Evaluación de dos sembradoras para Labranza Cero, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

INEGI. 1990 Información Básica Municipal, General Cepeda. Sistema Estatal de Planeación, Coahuila, México.

Industrias John Deere, 1997. Manual de Operación de la sembradora MP-25 OMP54358 Edición A7. Monterrey Nuevo León, México.

Ibarra, T. A. R. 2000 Guía de Labranza de Conservación; Cooperación entre Alianza para el Campo, Sagar y John Deere; Nuevo León, México.

Lindstrom, J.J., S.C. Gupta, C.A., Onstad, W.E. 1979 Tillage and Crop Residue effects on soil erosion in the corn.

Mancillas, T.J.A. 1988 Evaluación de una sembradora de grano, diseñada para el establecimiento de lotes experimentales de la UAAAN. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en maquinaria Agrícola, Buenavista Saltillo, Coah. México.

Méndez, R.A. 1990 Curso regional de labranza de conservación, Rio Bravo Tamaulipas, México.

Murillo Soto, F. 1995 Equipo agrícola(selección y administración), Instituto Tecnológico de Costa Rica; Costa Rica.

Martínez, R.C.E. Y J.F. Pissani, 1996 Medidor de flujo, un equipo para cuantificar el gasto de combustible durante la labranza VII Congreso Nacional de Investigación y desarrollo tecnológico agropecuario; DGETA.

Narro Farías F., 1994 Física de Suelos con enfoque agrícola. UAAAN, Editorial Trillas, México D.F.

Santos, E. A. 1996 Diseño, Construcción, y Evaluación de una sembradora de hortalizas; tesis licenciatura para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola; Saltillo, Coah. México.

Salinas, G. J. R., 1999. Principios y Fundamentos de la labranza de conservación, editado por INIFAP-CENAPROS.

Smith, D. y Sims B.G. 1990 Evaluación técnica de equipos para pequeños productores; Cooperación Técnica entre México y Gran Bretaña; Veracruz, México

Tesouro, M.O. 1997 Performance evaluation of several seed metering systems with different sizes of sunflower seed; Instituto de Ingenieria Rural, Castelar, Buenos Aires Argentina.

Universidad Autónoma de Nuevo León. Centro de Producción Agropecuaria, 2000. Folleto informativo sobre experiencias en el sistema de Labranza de conservación.

<http://www.Fao.org/waicent/faoinfo/agricult>.

APÉNDICE A

DATOS Y CALCULOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA
UTILIZADA PARA LAS PRUEBAS EN CAMPO.

Datos obtenidos en laboratorio para determinar la pureza de la semilla

Descripción	Peso(grs)	Porcentaje(%)
Semilla Pura	964.16	96.416
S. Otros Cultivos	0.66	0.066
S. Malas Hierbas	0.28	0.028
Materia Inerte	34.9	3.490

Datos obtenidos en laboratorio de 400 semillas, para determinar el poder germinativo de la misma.

REPETICION	SEMILLAS NORMALES	SEMILLAS ANORMALES	SEMILLAS MUERTAS.
R1	35	11	4
R2	36	13	1
R3	32	15	3
R4	40	9	1
R5	37	8	5
R6	37	8	5
R7	36	12	2
R8	38	7	5
SUMA	291	83	26
%	72.75 %	20.75%	6.5%

Nota: cabe aclarar que el poder germinativo se considero por todas aquellas semillas que tuvieron germinación, tomando en cuenta tanto semillas normales como anormales.

Datos utilizados para determinar el contenido de humedad de la semilla

No. CAJAS	P1(g)	P2(g)	P3(g)
C1	13.60	21.80	20.75
C2	13.39	21.37	20.35
C3	13.54	21.67	20.60

Cálculos realizados para determinar el contenido de humedad de la semilla.

FURMULA.

$$\%Humedad = \frac{p1 - p3}{p2 - p1} (100)$$

SUSTITUCION.

$$\%Humedad = \frac{21.80 - 20.75}{21.80 - 13.60} (100)$$

$$\%H1 = 12.80\%$$

$$\%Humedad = \frac{21.37 - 20.35}{21.37 - 13.39} (100)$$

$$\%H2 = 12.78\%$$

$$\%Humedad = \frac{21.67 - 20.60}{21.67 - 13.54} (100)$$

$$\%H2 = 13.1\%$$

En promedio se obtiene un 12.91 % de contenido de humedad.

Datos empleados en la determinación del peso de 1000 semillas.

MUESTRA	PESO (g)
R1	21.94
R2	23.08
R3	21.88
R4	22.50
R5	22.57
R6	23.60
R7	23.02
R8	23.01
SUMA	181.60

Cálculos realizados para determinar el peso de 1000 semillas en las pruebas de laboratorio. Determinando el coeficiente de variación.

$$S^2 = \frac{8(181.60)^2 - (32978.56)}{8(8-1)} \quad S = \sqrt{0.35} \quad CV = \frac{0.5916}{22.7}(100)$$

$$S^2 = 0.35 \quad S = 0.5916 \quad CV = 2.60$$

NOTA: al no exceder el C.V. de 4, se prosigue a realizar el cálculo del peso de las 1000 semillas.

$$P.S. = (\bar{X})(10) \quad P.S. = (22.7)(10)$$

$$P.S = 227 \text{ grs.}$$

Por lo tanto el peso de 1000 semillas es de 227 grs.

Lecturas obtenidas en tres repeticiones para determinar el peso volumétrico de la semilla. De los cuales se considera su valor promedio como el peso volumétrico.

M	LECTURAS
P1	70.47 Kg/ Hl.
P2	69.40 Kg/Hl
P3	70.00 Kg/Hl

Lecturas de 60 semillas para determinar el tamaño promedio de las mismas.

LECTURA	LONGITUD(mm)	ANCHO(mm)	GROSOR(mm)
L1	10.55	7.28	2.46
L2	7.43	6.50	3.37
L3	8.85	7.14	2.80
L4	10.20	7.71	2.90
L5	9.46	6.84	2.39
L6	9.49	7.52	2.96
L7	10.30	8.27	2.40
L8	9.10	7.00	2.97
L9	9.09	7.73	2.86
L10	9.64	8.37	3.57
L11	10.24	8.44	3.78
L12	11.48	6.90	2.39
L13	9.72	7.63	2.63
L14	10.85	7.75	2.91
L15	10.65	7.63	3.48
L16	11.26	6.90	2.75
L17	10.00	7.59	2.59
L18	7.96	7.10	3.45
L19	9.10	7.83	2.34
L20	9.89	7.51	2.65
L21	10.00	5.87	2.36
L22	9.78	6.83	2.85
L23	8.95	6.40	2.91
L24	9.87	6.65	2.35
L25	9.96	7.24	2.72
L26	8.40	7.71	2.87
L27	9.32	7.27	2.95
L28	10.49	7.09	3.06
L29	10.32	7.11	2.58
L30	7.53	7.55	3.95
L31	10.56	7.46	2.50
L32	9.14	6.11	3.80
L33	12.12	9.15	4.28
L34	11.23	9.16	3.90
L35	10.93	9.38	4.35

L36	10.48	8.48	4.77
L37	10.70	8.80	4.51
L38	11.42	8.80	4.18
L39	10.57	8.98	3.97
L40	10.32	8.40	4.53
L41	12.53	8.83	4.19
L42	9.07	8.92	4.72
L43	10.86	9.11	4.94
L44	9.58	8.65	4.57
L45	10.81	8.76	4.36
L46	9.12	8.15	4.34
L47	11.74	9.64	4.90
L48	10.68	7.86	5.64
L49	11.20	8.30	4.12
L50	9.64	8.97	5.21
L51	8.66	8.41	5.01
L52	10.79	8.82	4.70
L53	11.26	8.84	5.35
L54	11.56	9.37	4.73
L55	11.90	9.04	4.04
L56	9.62	8.03	3.97
L57	8.94	9.14	4.30
L58	10.76	7.41	5.67
L59	10.06	8.83	4.93
L60	11.28	8.69	4.93
Media	10.12 mm	7.96 mm	3.69 mm

Datos y cálculos para determinar el daño mecánico a la semilla por el mecanismo dosificador a Tolva Llena, Media Tolva Y un Cuarto de tolva.

CAPACIDAD MAXIMA DE LA TOLVA.				
MUESTRA	Muestra Peso(g)	Sem. Normal. Peso(g)	Sem. Dañada. Peso(g)	Daño Mecánico
P1	798.8 g.	782.3 g.	16.5 g.	2.06 %
P2	575 g.	562.3 g.	12.7 g.	2.20%
P3	558.1 g.	545.4 g.	12.7 g.	2.27%
Se determina la media de los % obtenidos				2.17 %

Cálculos realizados para determinar el % de daño mecánico a la semilla a tolva llena.

$$STR1 = \frac{16.5}{782.3 + 16.5} (100)$$

$$STR1 = 2.06\%$$

$$STR2 = \frac{12.7}{562.3 + 12.7} (100)$$

$$STR2 = 2.20\%$$

$$STR3 = 2.27\%$$

$$STR3 = \frac{12.7}{545.4 + 12.7} (100)$$

CAPACIDAD MEDIA DE LA TOLVA.				
MUESTRA	Muestra Peso(g)	Sem. Normal. Peso(g)	Sem. Dañada. Peso(g)	Daño Mecánico.
P1	351.3	344.2	7.1	2.02 %
P2	670.9	654.2	16.7	2.49 %
P3	534.7	525.6	9.1	1.70 %
Se determina la media de los % obtenidos 2.07 %				

Cálculos realizados para determinar el % de daño mecánico a la semilla a media tolva.

$$STR1 = \frac{7.1}{344.2 + 7.1} (100)$$

$$STR1 = 2.02\%$$

$$STR2 = \frac{16.7}{654.2 + 16.7} (100)$$

$$STR2 = 2.49\%$$

$$STR3 = 1.70\%$$

$$STR3 = \frac{9.1}{525.6 + 9.1} (100)$$

CAPACIDAD A UN CUARTO DE LA TOLVA.				
MUESTRA	Muestra Total. Peso(g).	Sem. Normal. Peso(g)	Sem. Dañada. Peso(g)	Daño Mecánica.
P1	516	506.4	9.6	1.86 %
P2	313.2	306.2	7	2.23 %
P3	352.4	345.4	7	1.98%
Se determina la media de los % obtenidos				2.02 %

Cálculos realizados para determinar el % de daño mecánico a la semilla a un cuarto de tolva.

$$STR1 = \frac{9.6}{506.4 + 9.6} (100)$$

$$STR1 = 1.86\%$$

$$STR2 = \frac{7}{306.2 + 7} (100)$$

$$STR2 = 2.23\%$$

$$STR3 = \frac{7}{345.4 + 7} (100)$$

$$STR3 = 1.98\%$$

APÉNDICE B

DATOS SOBRE LAS CONDICIONES DEL SUELO UTILIZADO EN LAS PRUEBAS DE CAMPO.

Datos obtenidos en laboratorio para determinar la Textura del suelo.

Parcela	Prof.(cm)	M.O.(%)	PH	% Arena	% Arcilla	% Limo
	0-15	0.53	8.3	35.6	38.0	26.4
	15-30	2.3	8.4	33.6	38.0	28.4
	0-15	1.3	8.3	41.6	34.0	24.4
	15-30	1.3	8.3	43.6	28.0	28.4

Observación: Tales datos fueron analizados a través de la siguiente tabla de equivalencias y utilizando el Triangulo de Textura propuesto por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Tabla de Equivalencia.

Clase	% N. Total	% M.O.	CIC (meq/100g)	P(ppm)	K(ppm)	% Carbonato
Ext. Pobre	0.000-0.049	0.0-0.25	<5	0-8	<40	<5
Pobre	0.050-0.099	0.26-0.50	5-10	9-16	40-80	6-20
Med. Pobre	0.100-0.149	0.51-1.00	10-15	17-24	81-100	21-35
Mediano	0.150-0.199	1.00-2.00	15-20	25-40	101-200	36-50
Med. Rico	0.200-0.249	2.00-3.00	20-30	41-64	201-320	>50
Rico	>0.250	3.00-4.00	30-40	>64	>320	
Ext. Rico		>4.00	>40			

Datos obtenidos en campo para la determinación del microrrelieve.

Registro de las lecturas de 400 datos expresadas en centímetros, para determinar el microrrelieve de cada parcela .

PARCELA T

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	12.0	10.9	12.3	14.0	14.1	13.1	13.3	15.9	14.9	14.5	14	13.5	14	14	14	15	14	15	13.5	14.5
2	13.0	13.3	13.0	13.2	14.6	13.9	14.2	16.6	15.6	14.0	15	14.5	14	15	14	15	14	15	13.5	14.5
3	12.8	13.0	13.8	12.0	14.1	13.2	14.0	14.8	14.0	14.0	15	14	14	14	14	13.5	13	14	13	13
4	12.8	13.0	13.3	12.9	13.9	12.9	13.0	14.0	13.0	13.0	12.5	12	12	12.5	12	11.5	11	12	12	12
5	13.5	13.0	13.9	13.6	13.6	13.0	13.8	13.0	12.5	13.0	12.5	11.5	11	11.5	11	10.5	11.5	12	11.5	11.5
6	13.5	14.0	14.0	14.3	14.0	13.4	13.5	12.9	11.8	12.0	11.5	11	11.5	11.5	11.5	11	11.5	12	12	12
7	13.9	13.6	14.6	14.8	15.0	13.6	13.5	12.7	12.5	11.5	12	11.5	11.5	11.5	11.5	12	12	12	12	12
8	14.0	14.2	15.3	15.0	14.5	14.0	12.9	13.9	12.0	11.0	12.5	13	11.5	11.5	12.5	11.5	11	11	11.5	11.5
9	14.5	13.8	15.7	14.4	14.0	14.4	12.9	13.1	11.0	11.0	12	12	13	11.5	11	11	11.5	11	11.5	11
10	14.5	13.9	14.3	13.5	13.0	13.4	13.3	12.9	11.5	11.0	11.5	12	12	11.5	9.5	9	9	9.5	9	9.5
11	13.5	13.0	13.5	10.9	12.6	12.8	12.4	11.4	11.0	11.5	11	11	11	10.5	9	7.5	8	8.5	8	8
12	12.0	11.9	10.6	10.2	10.5	10.5	11.4	10.3	9.5	10.0	9.5	9	9	8.5	8	6.5	7.5	7.5	7	8
13	10.0	10.1	9.5	10.2	9.7	9.0	9.5	8.9	7.0	7.0	8	8	7.5	7	7	6.5	7	8	7	7.5
14	9.2	9.0	8.0	9.3	7.8	7.5	7.8	9.1	6.5	6.5	7.5	7.5	7	8	8	8	7	8	7	8.5
15	9.6	9.8	7.5	8.6	8	7.5	8.2	8.9	7	7	8	8	7	10.5	9	8	8	8.5	8.5	9
16	10.2	9.5	9.0	8.6	9.4	9	8.9	8.6	7.5	8	9	9	9.5	11.5	9.5	10	9	9	10	10
17	11.5	10.5	11.2	10	10.8	9.5	10	10.4	8.5	9.5	11	10	10.5	11	11	11	11	11.5	10.5	11
18	10.6	10.3	11	12.3	10.6	9.1	9.5	10.2	10	12	10.5	11	10.5	11.5	11.5	11	11	10.5	10.5	10.5
19	10.6	11.5	11	11.8	12.5	10.8	10	10.4	11	11	10	10.5	11	11	12	11	11.5	11	11	10.5
20	11.5	12.4	12	11.3	13.3	11.5	11	10	11	12	11	10.5	11	12	13	11.5	11.5	11.5	11	10.5

Datos obtenidos para determinar los niveles de humedad utilizados en la investigación.

PROFUNDIDAD cm.	SUELO HUMEDO(g)	SUELO SECO(g)	% HUM.
0-5 cm.	95.13	82.14	15.81
0 - 5 cm.	149.09	124.67	19.56

Datos con los cuales se determino la Densidad Aparente del suelo.

Muestra	Profundidad	D.a. (g/cm ³)
M.	0-5 cm.	(0 - 5 cm) (g/cm ³)
R1	122.89	1.22
R2	125.66	1.25
R3	122.27	1.22
R4	120.50	1.2
R5	132.06	1.32
PROM.		1.242

Tabla de datos para la determinación del peso de cada uno de los porcentajes de rastrojo utilizados en los niveles de mantillo .

REP.	30%(Kg/m ²)	50%(Kg/m ²)	70%(Kg/m ²)	100%(Kg/m ²)
1	0.3159	0.5263	0.6039	1.173
2	0.3580	0.7205	0.8817	1.471
3	0.3513	0.6857	0.832	1.307
PROM	0.3417	0.6441	0.7725	1.317

NOTA: Con los promedios obtenidos, se realizó la conversión a Kilogramos por Hectárea.

APÉNDICE C

DATOS OBTENIDOS SOBRE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN CAMPO PARA
LA DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CADA UNA DE LAS
VARIABLES EN ESTUDIO.

Lecturas de las pruebas realizadas en el primer nivel de humedad del suelo(15.81%).

LUGAR: Ejido el Porvenir de Tacubaya; Mpio de General Cepeda, Coah.

TRACTOR: NH 5010 FWD IMPLEMENTO: Sembradora JDMP-25 L.C.

FECHA: 21Marzo del 2001.

Porcentajes obtenidos sobre el corte del residuo de cosecha. Valores empleados en el modelo estadístico utilizado en la investigación.

MUESTRA	PARCELA No. 1	PARCELA No. 2	PARCELA No. 3	PARCELA No. 4	PARCELA No. 6
M	%	%	%	%	%
1	100%	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%	100%

Los Datos que a continuación se enlista son valores obtenidos en las pruebas de campo para determinar la profundidad de trabajo, de los cuales solo el valor promedio de cada muestra fueron utilizados en el modelo estadístico.

Parcela T

MUEST	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	8.0	8.0	7.5	9.0			8.1
2	1.5	2.5	2.0	1.5			1.5
3	1.0	0.5	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5
4	2.0	1.0	1.5	2.5	2.0		1.8
5	7.5	8.0	6.5	6.0			7.0
6	5.0	5.0	4.0	3.5	2.5	3.5	3.9

Parcela 1.

MUEST	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	3.0	3.5	2.5	3.0			3.0
2	3.0	3.5	3.5	4.0			3.5
3	4.5	4.5	4.5	4.5			4.5
4	1.5	1.5	0.5	0.5	0		0.8
5	3.5	1.5	2.5	3.5			2.75
6	2.0	2.5	1.0	1.0	0.5		1.4

Parcela 2.

MUEST	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	8.5	10	10	10			9.63
2	1.5	2.0	2.0	2.5	4.0		2.40
3	3.0	2.5	3.5	3.0	3.0	2.0	2.83
4	1.5	2.0	2.0	1.5	4.0		2.20
5	0.5	2.5	1.5	1.0	2.0		1.50
6	2.0	1.5	2.0				1.83

Parcela 3.

MUEST	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	2.0	3.5	3.0	2.5			2.75
2	4.0	5.5	4.5	5.0			4.75
3	2.5	3.0	2.5	2.0			2.50
4	2.5	2.5	3.0				2.66
5	0.5						0.50
6	0.5	0.5	0.5	0.5	1		0.6

Parcela 4.

MUEST	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	4.0	4.0	4.5	4.5	5.0		4.33
2	4.0	3.0	3.5	4.5	4.0		3.66
3	4.5	2.5	2.5	2.0	1.5		2.0
4	0	0	0	2.5			2.50
5	3.0	2.5	3.0				3.0

6	0	3.5	3.0	3.5			1.5
---	---	-----	-----	-----	--	--	-----

Los datos sobre la distribución de la semilla se describen a continuación, de los cuales se obtuvo el promedio que fueron utilizados en el análisis estadístico.

Parcela T.

MUEST. M	DIST. cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	13	19	24	26					20.5
2	100	0	14	16	5	40	10	11		13.71
3	100	16	7	14	9	9	6	15	15	11.37
4	100	23	36	44	6					27.25
5	100	43	12	19	20					23.5
6	100	22	15	15	28	10	9			16.5

Parcela 1.

MUEST. M	DIST. cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	25	10	58						31.0
2	100	13	40	22	13					22.0
3	100	5	13	5	31					13.5
4	100	13	26	12	6	5	3	5		10.0
5	100	13	22	50	13					24.5
6	100	0	28	38	35	11	53			27.5

Parcela 2.

MUEST. M	DIST. cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	13	14	28	21					19.0
2	100	1	36	15	21	20				18.6
3	100	0	9	23	13	15	20	24		14.85
4	100	16	18	23	20	14	12	17		17.14
5	100	30	5	27	20	8				18.0
6	100	18	38	26						27.33

Parcela 3

MUEST. M	DIST. cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	3	20	13	40					19
2	100	33	60							46.5
3	100	15	8	29	14					16.5
4	100	12	10	67						29.66
5	100	50								50
6	100	15	8	12	43	19				19.4

Parcela 4

MUEST M	DIST. cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	10	19	21	15	20				17
2	100	17	10	11	20	33				18.2
3	100	16	17	18	11	17				15.8
4	100	14	15	9	27					16.25
5	100	3	11	15						9.66
6	100	14	18	43	24					24.75

Porcentajes obtenidos para determinar el cubrimiento de la semilla.

M	T			P 1			P2			P 3			P4		
	Cub.	Des	%C	Cub	Des	% C	Cub	Des	%C	Cub	Des	%C	Cub.	Des.	%C
1	4	0	100	3	0	100	4	0	100	4	0	100	5	0	100
2	5	5	50	4	0	100	4	1	80	2	0	100	5	0	100
3	0	8	0	4	0	100	6	1	85.7	4	0	100	5	0	100
4	1	3	25	0	7	0	5	2	71.4	3	0	100	1	3	25
5	4	0	100	3	1	75	4	1	80	1	0	100	3	0	100
6	6	0	100	2	4	33.4	3	0	100	0	5	0	3	1	75

Lecturas de las pruebas realizadas en el segundo nivel de humedad del suelo(19.56 %H).

LUGAR: Ejido el Porvenir de Tacubaya; Mpio de General Cepeda, Coah.

TRACTOR: NH 5010 FWD IMPLEMENTO: Sembradora JDMP-25 L.C.

FECHA: 28 Marzo del 2001.

Porcentajes obtenidos sobre el corte del residuo de cosecha.

MUEST. T		P 1	P 2	P 3	P 4
M	%	%	%	%	%
1	100%	100%	100%	100%	100%
2	100%	84%	100%	100%	100%
3	100%	75%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%	100%

Datos obtenidos en campo para determinar la profundidad de trabajo.

Parcela T

REPET.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	8.5	10	8.0	11.5	10	9.6
2	8.5	9.0	8.5	7.5	8.0	8.3
3	3.5	4.0	4.5	3.0	3.5	3.7
4	4.5	4.5	5.5	6.0	5.5	5.2
5	3.0	2.0	3.5	3.0	2.5	2.8
6	6.5	7.0	7.5	8.0	7.5	7.3

Parcela 1

REPET.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	Cm	cm	cm	cm
1	4.5	4.0	4.0	4.0	5.5		4.4
2	1.5	2.5	2.5	2.5	3.5		2.5
3	4.5	5.0	5.0	5.0	4.0		4.7
4	5.0	4.0	3.5	4.5	4.5	4.5	4.333
5	3.0	4.0	2.5	1.0	3.0		2.7
6	5.5	3.5	4.0	4.0	4.5		4.3

Parcela 2

REPET.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	Cm	cm	cm	cm
1	6.0	8.0	10	8.0	8.0		8.0
2	4.0	4.5	3.0	3.0	3.0		3.5
3	3.0	4.5	3.0	2.5	5.0		3.6
4	5.0	5.5	4.5	4.0	4.5		4.7
5	4.0	3.0	2.5	4.5	4.0		3.6
6	5.0	4.0	4.0	4.0			4.25

Parcela 3

REPET.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	Cm	cm	cm	cm
1	7.0	8.0	7.0	7.0	7.5		7.3
2	4.5	4.5	5.0	4.0			4.5
3	4.0	3.5	3.0	3.5	3.5	4.0	3.58
4	4.0	4.5	5.0	4.5	4.5	4.0	4.42
5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.0		3.2
6	6.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Parcela 4

REPET.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROF.	PROM.
	cm	cm	cm	Cm	cm	cm	Cm
1	4.5	4.5	4.0	4.0	5.0	4.0	4.33
2	4.0	4.0	4.0	3.5	5.0		4.1
3	5.0	5.5	6.0	5.5	5.5		5.5
4	4.0	3.5	2.5	2.5	2.5		3.0
5	3.5	3.0	3.0	3.5	4.0		3.4
6	2.0	1.5	1.5	2.0	1.0		1.6

Datos obtenidos en campo para determinar la distribución de la semilla.

Parcela T

MUEST. M	DISTANCIA cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	14	9	14	25	29	9			16.66
2	100	0	20	40	33					23.25
3	100	0	45	17	25					21.75
4	100	0	40	10	20	26				19.2
5	100	0	78							39.0
6	100	0	45	17	23					21.25

Parcela 1

MUEST. M	DISTANCIA cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	0	50	35	12					24.25
2	100	0	20	26	34	13				18.6
3	100	0	40	30	17					21.75
4	100	0	22	13	10	11	23	21		14.28
5	100	0	18	25	42					21.25
6	100	0	34	12	28	16				18.0

Parcela 2

MUEST. M	DISTANCIA cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	0	26	34	40					25.0
2	100	0	16	16	32	17	14			15.83
3	100	0	26	54	20					25.0
4	100	0	13	17	20	15	19			14.0
5	100	0	53	76						43.0
6	100	0	37	56						31.0

Parcela 3

MUEST. M	DISTANCIA cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	0	20	15	25	13	21			15.66
2	100	0	20	20	45	15				20.0
3	100	0	30	30	20					20.0
4	100	0	8	15	29	24	14			15.0
5	100	0	22	28	30	10				18.0
6	100	0	38	66						34.66

Parcela 4

MUEST. M	DISTANCIA cm	LECTURAS EN cm.								PROM.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	100	0	8	15	14	17	16	7	26	12.87
2	100	0	17	26	11	15	18			14.5
3	100	0	16	17	13	23	27			16.0
4	100	0	9	8	9	19	19	6	26	12.0
5	100	0	14	18	40	22				18.8
6	100	0	20	8	5	22	7	18	8	11.0

Datos obtenidos en las pruebas de campo para determinar el cubrimiento de la semilla.

M	T			P 1			P2			P 3			P4		
	Cub.	Des	%C	Cub	Des	% C	Cub	Des	%C	Cub	Des	%C	Cub.	Des.	%C
1	6	0	100	4	0	100	4	0	100	6	0	100	8	0	100
2	4	0	100	4	1	80	6	0	100	5	0	100	6	0	100
3	4	0	100	4	0	100	4	0	100	4	0	100	6	0	100
4	5	0	100	7	0	100	6	0	100	6	0	100	5	3	62.5
5	2	0	100	3	1	80	3	0	100	5	0	100	5	0	100
6	4	0	100	5	0	100	3	0	100	3	0	100	5	3	62.5

NOTA: De los datos obtenidos en la profundidad de trabajo y distribución de la semilla en cada uno de los tratamientos solo su valor promedio fueron empleados en

el modelo estadístico, Mientras que en el corte del residuo de cosecha y cubrimiento de la semilla se emplearon los valores en porcentajes.

Datos obtenidos en campo con los cuales se determinó la velocidad de trabajo.

PARCELA	REP.	DIST.(m)	TIEMPO(s)	VEL.(Km/h)
P1	1	20 m.	11.1	6.4864
	2	20 m.	10.6	6.7924
	3	20 m.	11.2	6.4285
Promedio		20 m.	10.96	6.5691
P2	1	20 m.	15.47	4.6541
	2	20 m.	14.41	4.9965
	3	20 m.	14.27	5.0455
Promedio		20 m.	14.71	4.8987
P3	1	20 m.	14.22	5.0632
	2	20 m.	14.2	5.0704
	3	20 m.	14.52	4.9586
Promedio		20 m.	14.31	5.0307
P4	1	20 m.	15.2	4.7368
	2	20 m.	15.23	4.7275
	3	20 m.	15.1	4.7682
Promedio		20 m.	15.17	4.7441
P5	1	20 m.	15.6	4.6153
	2	20 m.	14.65	4.9146
	3	20 m.	14.08	5.1136
Promedio		20 m.	14.77	4.8811
Prom. general			14.142	5.1608

OBSERVACIONES: En la primer parcela (Testigo) se trabajo ha una marcha de 4^{ta} y a una velocidad del motor de 1967 r.p.m. en la segunda parcela se trabajo en 3^{ra} y a la misma velocidad del motor.

Datos obtenidos en campo para determinar el patinaje.

Cond. de la Superficie del Suelo	Dist. en 5 rev. de las ruedas traseras s/c.	Dist. en 5 rev. de las ruedas traseras. c/c.	% de patinaje
Terreno en el sistema	22.185 mts	21.93	1.14
De labranza de conservación	22.185 mts	22.02	0.74
	22.185 mts	22.09	0.43
	22.185 mts	22.0	0.83
	22.185 mts	22.02	0.74
Promedio	22.185 mts	22.012	0.776

Datos de campo sobre el deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora.

LECTURAS	Distancia teórica recorrida en 5 rev.	Distancia recorrida en 5 rev.	% de Deslizamiento
Primera Condición	De la rueda. (m)	De la rueda. (m)	
1	8.60 mts.	9.29	8.02
2	8.60 mts.	9.9	15.11
3	8.60 mts.	9.2	6.97
4	8.60 mts.	9.14	6.27
5	8.60 mts.	9.26	7.67
6	8.60 mts.	9.4	9.3
Promedio obtenido	8.60 mts.	9.365	8.89
Segunda Condición			
1	8.60 mts.	9.5	10.46
2	8.60 mts.	9.18	6.79
3	8.60 mts.	9.27	7.79
4	8.60 mts.	9.51	10.58
Promedio obtenido	8.60 mts.	9.365	8.905

NOTA: La primera condición se considera en un suelo con una superficie descubierta, mientras que la segunda condición se considera con un suelo con 30 por ciento de cobertura en la superficie del suelo.

Datos obtenidos en campo para determinar el gasto de combustible por el tractor, empleado en la siembra directa.

Parcela	Tiempo de Trabajo(h).	Gasto(l)
1	0.116207156	0.44
2	0.130968437	0.40
3	0.157905656	0.42
4	0.162777153	0.45
5	0.154741967	0.46
6	0.125935717	0.50

Los datos de este apartado fueron establecidos para determinar las variables a evaluar sobre el comportamiento de los componentes de la sembradora como el Corte del residuo, profundidad de trabajo, Distribución de la semilla y cubrimiento de las misma, así como el gasto de combustible y el deslizamiento de la rueda motriz de la sembradora.