

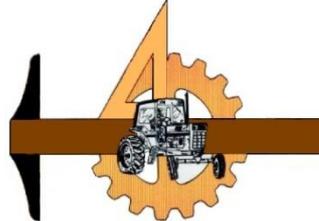


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRICOLA



**DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE
ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA
SEMBRADORA DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS
ACOPLADA AL MOTOCULTOR.**

Por:

JOSÉ RAMÓN RODRÍGUEZ BECERRA

TESIS.

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

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril del 2008.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE ESTÁN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE CONSERVACIÓN PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.

JOSÉ RAMÓN RODRÍGUEZ BECERRA

Tesis.

Quien somete a consideración del H. jurado Examinador para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA.

Asesor Principal

Dr. Martin Cadena Zapata

Sinodal

Sinodal

MC. Tomas Gaytán Muñiz

MC. Elizabeth De La Peña Casas

Coordinador de la División de Ingeniería

Dr. Raúl Rodríguez García
Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
Abril del 2008.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por acompañarme a todos lados y no desampararme en los momentos de desesperación, tristeza y soledad. Gracias por permitirme culminar una carrera profesional con buena salud y no dejar solos a mis seres queridos. De corazón “Gracias”.

A MI ALMA MATER. Por aceptarme en las aulas y darme la educación de un profesional que me permitirán enfrentarme a los retos del mañana, a sus profesores de cada departamento que me orientaron a tomar decisiones en todo momento.

Al DC. Martín Cadena Zapata. Por darme la oportunidad de realizar este trabajo, gracias por sus asesorías, consejos y conocimientos transmitidos durante toda mi carrera.

Al MC. Hector Uriel Serna Fernández. Por brindarme el apoyo incondicional de un amigo y por tener la paciencia que le caracteriza como profesor.

Al MC. Tomás Gaytán Muñiz. Por apoyarme en la realización de este proyecto, por sus consejos y conocimientos transmitidos.

Al ING. Jerke De Vries. Por su amistad y confianza que tuvo conmigo. Por permitirme conocerle como persona humilde y sencilla que le caracteriza.

A LA MC. Elizabeth de la Peña Casas. Por su confianza, sugerencias y conocimientos transmitidos durante mi formación profesional.

A todos los maestros del Departamento de Maquinaria Agrícola Gracias a ustedes por aceptarme como su alumno.

A los compañeros de la carrera, **GENERACION CIV. De Guanajuato:** Juan Francisco (don pancho), Adán, Nivardo, Hugo Rivera, Áscari, Flavio y Ricardo. **De Durango:** Mario Alberto y Hugo (yefes). **De Tabasco:** Arturo (chelo), Candelario y Eugerio (sapo). **De Veracruz:** Francisco. **De Jalisco:** Gabriel (Jalisco). De **Chiapas:** Gumeta, Augusto, Ángel Marroquín, Rubén (loco), Pablo (chiquitillo), Rafa, Paco, Alberdi, Arbey, Edrodes, Santiago Marroquín, Villatoro. **De Oaxaca:** Ulises y Nahúm. **De Campeche:** Álvaro y Carlos (Chombo). Por aceptarme como soy y por los momentos de alegría que pasamos juntos.

A mis compañeros, amigos e ingenieros con los cuales he pasado momentos inolvidables los cuales son para recordar. **Diana (bombón), Adriana (adris), Miguel, Chino, Lucero, Lupita, Magda, Flaco, Búfalo, Cuate, Morro, Guacho, Anselmo, Teo, Muñeco, Hinchadito, Guillermo (la Maldad), Juan Luis, Rivera, Omar Ventura, Mara, Oscar, Luz, Nez, Cruz,** Y varias personas que se encuentran en la colorada, paisanos de Guanajuato.

GABY

Por tu compañía, paciencia y comprensión que tuviste conmigo durante mi estancia en la UAAAN, por aceptarme, por los malos y buenos momentos, muchas gracias pequeña.

DEDICATORIA

A MIS PADRE.

J. Reyes Rodríguez Hernández.

Ma. De la Paz Becerra Ayala.

Por sus desvelos, sacrificios y esfuerzos realizados para que yo tuviese el gusto de tener una educación profesional, gracias a ustedes que hicieron de mí una persona humilde y respetuosa, a sus regaños, consejos y ánimos que nunca me faltaron mientras estuve alejado de ustedes. **Con amor, admiración y respeto, este trabajo es por ustedes, Mis jefes.** Que DIOS los bendiga.

A MIS HERMANAS:

Ma. Araceli Rodríguez Becerra (flaquita).

Ma. Del Socorro Rodríguez Becerra (coco).

Lucia Magdalena Rodríguez Becerra (fresita).

Ana Lilia Rodríguez Becerra (mostrito).

Marcela Rodríguez Becerra (mi princesa).

Por el apoyo incondicional que me brindan, por comprenderme y acompañarme en las alegrías y tristezas, por que solo ustedes me conocen como soy y saben remediar de alguna manera mis tristezas, por recibirme siempre con un abrazo. **Gracias a ustedes. Las más bellas de la casa, mis hermanas.**

Adriana Salazar.

A ti que me enseñarme lo que no se aprende en la escuela o en el hogar, por confiar en mí y apoyarme de alguna manera durante toda mi carrera. Gracias por compartir tan bellos momento a mi lado, mismos que tengo presentes. Ojala se pudiese volver a repetir. Que dios te ayude y te cuide GRANDOTA.

Abuelos, tíos, primos

Mis dos abuelas: Josefina (**Majose**) y Siberiana (**Maseve**) mis viejitas, que dios las bendiga. **Mis tíos** que siempre me apoyaron: **Hermelinda, Nicolás, Luis, Fernando, Fátima, Maga, Padrino chole, Eulalia, Abel. Primos** los cuales quiero mucho. **Ana, Fabiola, Juana, Candelaria, Chavelita.**

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE DE CONTENIDO	v
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	x
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo e hipótesis	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.1.3 Hipótesis	3
II. ANTECEDENTES	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
3.1 Importancia de la producción de las hortalizas.....	6
3.2 Labranza convencional.....	7
3.3 Efectos de la labranza convencional en algunas características del suelo	7
3.3.1 Propiedades físicas.....	8
3.3.2 Propiedades químicas	9
3.3.3 Propiedades biológicas.....	9
3.4 Consecuencias de la labranza convencional.....	10
3.5 Labranza de conservación	10
3.5.1 La importancia de la cobertura del suelo en la labranza de conservación	11
3.5.2 Tipos de labranza de conservación	12
3.5.3 Ventajas de la Labranza conservacionista.....	12
3.5.4 Desventajas de la labranza conservacionista	13
3.5.5 La agricultura de conservación a nivel mundial	13

3.5.6 La agricultura de conservación en México	14
3.6 Deterioro del Suelo en México	15
3.7 Funciones que debe cumplir una sembradora	15
3.7.1 Componentes principales de la sembradora a diseñar	16
3.8 Conservación de la humedad en el suelo.....	24
3.9 Procedimientos de diseño	25
3.9.1 Fases del diseño.....	26
3.9.2 Identificación de la necesidad.....	26
3.9.3 Definición del problema	27
3.9.4 Consideraciones de diseño.....	28
IV. MATERIALES Y METODOS	30
4.1 Descripción del área de estudio	30
4.2 Revisión de literatura de los sistemas de labranza de conservación	31
4.3 Propuestas de diseño.....	32
4.4 Adquisición de materiales.....	32
4.4.1 Material obtenido de maquinaria obsoleta	34
4.4.2 Herramientas utilizadas	34
4.3 Construcción y maquinado de elementos.....	34
4.3.1 Diseño y construcción final	35
4.3.2 Construcción del bastidor (Cortes, 2005).....	36
4.3.3 Ruedas delanteras y traseras	37
4.3.4 Conexión de la base del conjunto de disco de corte y resorte de compresión.....	37
4.3.5 Conjunto del disco de corte	37
4.3.6 Resorte de compresión.....	38
4.3.7 Paralelogramo del soporte de la reja y de las ruedas compactadoras.....	38
4.3.8 Conjunto reja-ruedas	39
4.3.9 Construcción de la reja	40

4.3.10 Otros detalles.....	41
4.4 Ensamble	42
4.5 Metodología para la evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo para una sembradora de conservación	44
4.5.1 Textura del suelo	44
4.5.2 Contenido de humedad del suelo	45
4.5.3 Densidad aparente.....	45
4.5.4 Resistencia a la penetración	46
4.5.5 Cantidad y tipo de residuo	47
4.5.6 Corte de residuos.....	48
4.5.7 Profundidad de trabajo.....	49
4.5.8 Cubrimiento de la semilla.....	49
4.5.9 Parámetros que se evaluaron en el mecanismo de siembra del equipo.....	49
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	51
5.1 Resultados de la construcción de los elementos de la sembradora	51
5.1.1 Bastidor.....	51
5.1.2 Disco de corte y resorte de compresión.....	51
5.1.3 Paralelogramo de soporte de la reja y ruedas prensoras	52
5.1.4 Conjunto reja-ruedas	52
5.1.5 Resultado de la reja	53
5.2 Resultados de la evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo para una sembradora de conservación	54
5.2.1 Resistencia a la penetración	55
5.2.2 Cobertura vegetal	56
5.2.3 Corte de residuo	56
5.2.4 Profundidad de la reja	57
5.2.5 Profundidad de siembra	59
5.2.6 Distancia entre semilla y fertilizante.....	60

5.2.7 Cubrimiento de la semilla.....	62
5.2.1 Observaciones en la evaluación.	62
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
VII. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	65
VIII. ANEXOS.....	69
ANEXO I.....	70
ANEXOS II	75
ANEXO III.....	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de corte de residuos e inicio de la franja de siembra....	17
Figura 2. Abre surcos en forma de “V”, doble disco.	18
Figura 3. Abre surcos en forma de “U” de disco sencillo.....	19
Figura 4. Abre surcos en forma de “U” con aza de hoja ancha.....	20
Figura 5. Abre surcos “T” invertida.....	21
Figura 6. Abre surcos de ranura cruzada.....	22
Figura 7. Elementos de cierre de surco y compactadores.....	23
Figura 8. Elementos de control de la profundidad.....	24
Figura 9. Pérdida de humedad en diferentes formas de ranura.	24
Figura10. Fases de diseño.....	26
Figura 11. Ubicación geográfica del área de estudio.....	30
Figura 12. Proceso de actividades.....	31
Figura13. Diseño y construcción final.....	35
Figura 14. Bastidor.....	36
Figura 15. Posición de traslado y de trabajo.....	36
Figura 16. Conjunto de disco de corte y resorte de compresión.....	37
Figura 17. Paralelogramo de soporte.....	39
Figura 18. Conjunto reja-ruedas.....	40
Figura 19. Abre surco, Reja tipo “T” invertida.....	40
Figura 20. Ejes, gato mecánico y tubos auxiliares	43
Figura 21. Disco de corte y resorte de compresión.....	43
Figura 22. Paralelogramo y asiento.....	44
Figura 23. Muestra de suelo con barrena.....	46
Figura 24. Resistencia a la penetración del suelo.....	47
Figura 25. Peso de la cobertura vegetal.....	48
Figura 26. Bastidor y ruedas.....	51
Figura 27. Resorte de compresión y disco de corte.....	52
Figura 28. Paralelogramo de soporte.....	52
	53

Figura 29. Conjunto reja-ruedas.....	
Figura 30. Reja.....	53

INDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Superficie sembrada con labranza de conservación a nivel mundial.....	14
Cuadro 2. Materiales utilizados y su costo.....	33
Cuadro 3. Campo 1 con disco muescado; número de parcela y entre paréntesis el porcentaje de cobertura.....	50
Cuadro 4. Campo 2 con disco liso; número de parcela con números romanos y entre paréntesis el porcentaje de cobertura.....	50
Cuadro 5. Densidad aparentes del suelo.....	55
Cuadro 6. Resistencia a la penetración en relación a la cobertura vegetal.....	55
Cuadro 7. Porcentaje de corte de residuo por los discos de la sembradora.....	56
Cuadro 8. SPSS sobre el corte de residuo de los dos discos.....	57
Cuadro 9. Profundidad de trabajo de la reja.....	58
Cuadro 10. SPSS con respecto al análisis de profundidad de trabajo de la reja.....	58
Cuadro 11. Profundidad de siembra.....	59
Cuadro 12. SPSS para análisis de profundidad de siembra.....	60
Cuadro 13. Distancia entre la semilla y el fertilizante.....	61
Cuadro 14. SPSS análisis de distancia entre el fertilizante y la semilla.....	61

I. INTRODUCCION

Actualmente la mecanización de la agricultura en México esta basada en casi su totalidad en un sistema convencional donde la precisión y eficiencia en la colocación de la semilla es fundamental. Este tipo de sistema interviene en gran número de actividades para la preparación del terreno por lo cual requiere de una gran demanda de energía elevando los costos de producción. El funcionamiento de este sistema en climas semisecos deja el suelo al descubierto y por lo tanto susceptibles a la erosión y a la perdida del agua por evaporación (Santos, 1996).

Poco tiempo atrás en todo el mundo y ahora en México se empieza a practicar la agricultura de conservación. Esta agricultura se enfoca a la realización de la siembra sobre los residuos de cosecha los cuales protegen el suelo además de conservar la humedad del suelo. La maquinaria especializada en este tipo de agricultura esta enfocada principalmente para granos, cereales, hortalizas, entre otros, siendo esta muy cara, lo cual dificulta su adquisición. (Claveran, et al., 2001).

Las hortalizas por su producción en gran diversidad de climas y producirse en toda la época del año, hoy en día son uno de los cultivos que tienen mayor demanda a nivel nacional e internacional (Siller, 2005). La producción de hortalizas en la región de Saltillo (Se localiza al sureste de Coahuila, en las coordenadas 101°59'17" longitud oeste y 25°23'59" latitud norte, a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por un clima semisecho

templado durante la mayor parte del año, y su temporada de lluvias comprende las estaciones de primavera, verano y otoño) es mínima pues la producción de estas solo se realiza en pequeñas áreas o traspatios por no disponer de los suficientes recursos para realizar la siembra en grandes extensiones. El trasplante o siembra del cultivo en esta región y todas las actividades que intervienen en la producción son realizadas manualmente por lo que se requiere de mucho tiempo (E-local, 2008).

El desarrollo de maquinaria y equipo para labranza de conservación en nuestro país juega un papel muy importante, esto para la adopción de un nuevo sistema sustentable, es claro y necesario enfatizar que no existe la sembradora ideal para todas las condiciones, por lo que debe de haber una gran diversidad de equipos atendiendo a las condiciones de las regiones agroecológicas (Martínez, 2007).

Por lo cual, se inicia el diseño, construcción y evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo para una sembradora de hortalizas de labranza de conservación que se acopla al motocultor, capaz de trabajar sobre los residuos de cosecha del cultivo anterior.

La evaluación de la sembradora se realizó en diferentes porcentajes de residuos de 0, 30, 60 y 100%, con tres repeticiones cada uno para evaluar el desempeño de los elementos principales de la sembradora en los diferentes mantillos de cobertura.

El corte de residuos realizados por el disco de corte, por ser factor importante e influir en los demás elementos, se evaluaron dos diferentes tipos de discos y ver cual es el desempeño de estos en las coberturas de residuos.

La construcción de esta sembradora es sencilla y de bajo costo así como de fácil manejo de tal manera que los productores no tengan ningún problema para manejarla y construirla.

1.1 Objetivo e hipótesis

1.1.1 Objetivo general

Diseño, construcción y evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo de una sembradora de conservación para hortalizas acoplada al motocultor.

1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Diseño, construcción y evaluación de los elementos de una sembradora de conservación que tienen contacto directo con el suelo.
- ❖ Evaluación de estos elementos en diferentes porcentajes de cobertura.
- ❖ Evaluar el desempeño de dos tipos de disco para corte de residuos.

1.1.3 Hipótesis

El diseño, construcción de los elementos que tienen contacto directo con el suelo, permite realizar las labores sobre los residuos de cosecha.

II. ANTECEDENTES

La agricultura prehispánica fue la primera con enfoque conservacionista, pues sembraban a piquete con una estaca y no se invertía el perfil del suelo. La roza-tumba y quema de los trópicos tenía períodos de descanso suficientemente largos para permitir la rehabilitación total del suelo. La agricultura europea, principalmente mediterránea ingresó al Continente Americano nuevos cultivos, herramientas y sobre todo la fuente de energía generada por equinos y bovinos, para jalar el arado conocido como “arado egipcio” o “arado de palo” que rotura la tierra, haciendo un trabajo parecido al de un cincel (Figueroa y Morales, 1992).

Así mismo la modernización de la agricultura, se ha hecho palpable en la tendencia hacia una maximización de la productividad de las especies vegetales, sin embargo no siempre se tienen los cuidados necesarios para preservar el ambiente, por lo que el deterioro del agua, suelo y biota ha venido a ser un problema de grandes dimensiones. El deterioro de estos recursos, ha venido a que en estos últimos años se busque trabajar bajo el enfoque de sostenibilidad en las actividades agropecuarias es decir maximizar la productividad de los cultivos (granos, fruto o forraje) con menores costos de producción, menor cantidad de agroquímicos utilizados y con la primicia fundamental de respetar el ambiente bio-físico (Arreola, et al., 2005a).

La labranza de conservación es un nuevo concepto en el uso y manejo de suelos el cual permite sembrar cualquier tipo de grano sin remover o labrar el suelo. En el se remplazan herramientas tradicionales de trabajo como el

arado, rastras, cinceles y cultivadoras por sembradoras capaces de recortar rastrojos y raíces, remover una línea de siembra para dejar la semilla adecuadamente ubicada en el suelo.

Hoy en día, millones de hectáreas se siembran en el mundo bajo el sistema de labranza de conservación. Su evolución en los diferentes países ha sido diferente, dependiendo de las condiciones y de los incentivos y programas de los gobiernos locales.

En el marco de la agricultura sustentable, la labranza de conservación se convierte en la principal herramienta técnica que permite conservar el suelo y aumentar el uso de agua de lluvia y de riego además de mejorar sensiblemente las propiedades físico-químicas del suelo (Martínez, 2007).

La sembradora de un solo grano se usa en el año de 1890. En 1920 salieron las sembradoras que colocaban grupos de semillas a una distancia uniforme. Algunas innovaciones más recientes han sido la siembra de semillas cubiertas (Hortalizas) para darles peso y tamaño uniforme. La de mecanismo de dosificación neumático fue en el año de 1973 y de la siembra líquida o fluida fue en 1976 para hortalizas principalmente (García, 2000).

Actualmente no se cuenta con sembradoras de hortalizas para labranza de conservación para llevar a cabo su producción en pequeña escala o traspatios.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia de la producción de las hortalizas

En México, se siembra alrededor de 512,000 hectáreas de hortalizas y se obtiene una producción de 8 millones de toneladas. Debido a la diversidad de microclimas y tipos de suelos que se tienen en nuestro país que son favorables para producir hortalizas siendo posible obtener productos durante todo el año; particularmente cultivos como la papa, tomate, cebolla y chile, productos de mayor consumo a nivel nacional al igual que en otros países. Las principales hortalizas que se cultivan en nuestro país son las mismas que tienen importancia en el ámbito mundial. De los 12 productos hortícolas principales, en tomate se cosechan 1.41 millones de toneladas, en papa 1.21 millones de toneladas, de chile 0.87 millones de toneladas, de cebolla 0.67 millones de toneladas y melón 0.49 millones de toneladas. Estos productos por sí solos representan más del 60% de la producción total hortícola (Siller, 2005).

A nivel comercial en México se producen 49 especies hortícolas de las cuales el 57% se concentran en los estados de Sinaloa, Guanajuato, Sonora, Querétaro, Estado de México, Baja California Norte, Jalisco y Morelos. Los estados de la república en conjunto concentran el 65% de la superficie sembrada de hortalizas y contribuyen con el 70% de la producción son: Sinaloa, Guanajuato, Chihuahua, Puebla, Sonora, Michoacán, San Luis Potosí, Zacatecas, Baja California Norte y Morelos (Siller, 2005). La producción de hortalizas destaca también por el número de empleos que genera. Directa e indirectamente de más de un millón de empleos en el ámbito nacional, que representan el 20% de la población económicamente activa ocupada en la agricultura.

3.2 Labranza convencional

Se refiere a las operaciones combinadas de labranza primaria y labranza secundaria que normalmente se desarrollan en la preparación de la cama de siembra para un área y cultivo dado. En la labranza convencional el suelo se rompe con una serie de implementos primarios diseñados para producir fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños. Esta operación del suelo se completa con operaciones de labranza secundaria para pulverizar, empacar y homogenizar, la superficie del suelo y formar la cama de la semilla (Figueroa y Morales, 1992).

Se entiende como labranza primaria aquella que remueve y mulle el suelo para reducir la compactación y para enterrar o mezclar los materiales vegetales y fertilizantes en la capa labrada. Son tareas más pesadas que las de refinamiento, por lo que estas operaciones son realizadas con los distintos tipos de arados.

La labranza secundaria remueve el suelo a una profundidad menor que la labranza primaria incluye a todas las operaciones de refinamiento y nivelación en la preparación de la cama de siembra.

La suma de los dos tipos de labranzas constituye el sistema de labranza, el cual, está determinado por el tipo de herramientas que se emplean, su secuencia y frecuencia de uso.

3.3 Efectos de la labranza convencional en algunas características del suelo

Los suelos en su evolución natural tienden a un equilibrio donde los cambios medidos en nuestros tiempos, suelen ser casi imperceptibles. Esto es cierto en la medida en que se hace referencia a suelos vírgenes. Una vez puestos bajo

cultivo, tienden a buscar su nuevo equilibrio a través de bruscos cambios y alteraciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que pueden ser perfectamente determinadas.

3.3.1 Propiedades físicas

Estructura: Es la forma en que las partículas individuales del suelo se unen, siendo la materia orgánica su principal ligamento en los suelos bien estructurados.

Comportamiento de los implementos: En general, los arados invierten parte de la tierra sobre los cuales trabajan en mayor o menor grado, dejando la superficie expuesta a los efectos deteriorantes de las altas temperaturas y lluvias. El arado de rejas y vertedera incorpora el cien por ciento (de los rastros de la superficie), el arado de discos un cincuenta por ciento y la rastra un treinta por ciento. Estos valores son orientativos y pueden modificarse según el tipo de rastrojo, velocidad de labranza, inclinación de los discos, etcétera.

Problemas generados por estas herramientas

- Formación de planchados y costras.
- Compactación general de la capa arable.
- Formación de pisos de arados.
- Mayor susceptibilidad a la erosión tanto hídrica como eólica.
- Menor infiltración del agua de lluvia.
- Disminución del intercambio gaseoso.
- Problemas de germinación en los cultivos.
- Dificultades en el desarrollo radicular.

3.3.2 Propiedades químicas

La química de suelos se considerará en este punto como la oferta natural de elementos nutritivos.

Considerando además que en un suelo agrícola bien provisto de elementos, con disponibilidad de los mismos está altamente condicionada por las características físicas que: permitan un buen desarrollo radicular y una buena provisión de agua.

Comportamiento de los implementos como el arado de rejas: La forma de trabajo lleva a que la descomposición se cumpla en aerobiosis parcial, promoviendo la formación de nitratos e inhibiendo la formación de estructuras, esto último por falta de organismos formadores de gases.

Rastra: Por sus características produce una parte de la descomposición en aerobiosis total. Se obtiene entonces, una mejor estructuración, pero en detrimento de la fertilidad nitrogenada actual.

3.3.3 Propiedades biológicas

Considerando al suelo como un ecosistema, y a los microorganismos del mismo como iniciadores de una cadena trófica, en la que otros seres se alimentan de ellos o de los productos que generan, resulta comprensible la importancia de su equilibrio.

Si nos detenemos en las bacterias, y más específicamente en las responsables de la descomposición de los elementos orgánicos en sustancias asimilables por los vegetales.

El comportamiento de los implementos como el arado que al invertir parte de la tierra ubican a los organismos superficiales en condición menos oxigenadas, sucediendo lo contrario con los de capas inferiores. De esta manera los sucesivos pasajes de herramientas tienden a disminuir la población de organismos que viven en el suelo. Quizás más importante aún es el encostramiento superficial que reduce la aireación del perfil, perjudicando a los organismos vivos del suelo.

3.4 Consecuencias de la labranza convencional

Las labranzas convencionales producen modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de la conservación de algunas propiedades de los suelos que se traducen en:

- Degradación integral del recurso suelo (Propiedades físicas, químicas y biológicas).
- Incremento de las superficies agrícolas con problemas de erosión hídrica y eólica.
- Paulatina pérdida de productividad de los suelos.

Por lo anteriormente mencionado se propone la adopción de sistemas de conservación donde se tenga un mejor cuidado de los suelos lo que permitirá y se lograra una recuperación tardía pero segura de los suelo además de promover la participación conjunta de los productores.

<http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/7mo/66/cap5.pdf>.

3.5 Labranza de conservación

La labranza de conservación es un concepto que incluye una serie de técnicas que permite detener o revertir los efectos nocivos del exceso de laboreo sobre las características físicas y químicas del suelo, promoviendo los procesos,

biológicos y por tal motivo, permitiendo conservar o recuperar la productividad del suelo (Galván, 2007).

Labranza de conservación se refiere a la reducción de operaciones de labranza (siembra directa) y la conservación de los residuos de cultivo en forma de mantillo al menos en un 30% de la superficie del suelo y protegerlo contra los factores que originan la erosión (Martínez, 2002).

A pesar de la práctica que se tiene de la labranza de conservación en México, aún subsiste la idea de que consiste nada mas en sembrar sin remover el suelo, dejando los rastrojos sobre la superficie, este concepto es insipiente y le da una connotación de práctica agrícola y no como sistema de producción. La razón es que no existe investigación que permita una evolución del concepto. La investigación que otros países han desarrollado, los ha llevado al concepto de sistema de producción sustentable que permite la rotación de cultivos incluyendo varias especies, sembradas removiendo únicamente la línea de siembra y dejando cobertura sobre la superficie (Martínez, 2007).

3.5.1 La importancia de la cobertura del suelo en la labranza de conservación

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura del suelo de rastrojos del cultivo anterior. Los cuales tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, aumentar la infiltración, conservar la humedad, disminuir la presencia de malezas, preservan la fertilidad del suelo (aumento de materia orgánica) principalmente, siendo necesario para este sistema el uso de maquinaria especializada (García, et al., 2000).

Absorber la energía de la caída de las gotas de lluvia evitando que la energía cinética de las mismas se disipe en el suelo y así reducir la erosión del suelo (Figueroa y Morales, 1992).

3.5.2 Tipos de labranza de conservación

La labranza de conservación incluye variantes como: **cero labranza, labranza mínima, labranza reducida o siembra directa**, cada una de las cuales representa opciones técnicas cuyos resultados y, por lo tanto, la decisión de alguna de tales modalidades, dependerán del tipo de clima y suelos prevalecientes en el sitio donde se establecerá el cultivo (Galván, 2007).

En labranza cero el suelo permanece sin moverse desde la cosecha del último cultivo siguiente. Abriendo franjas angostas en el suelo, con suficiente espacio para aplicar la semilla y fertilizar por bandas en una sola pasada durante la siembra. También significa que los residuos vegetales de la cosecha anterior permanecen sobre la superficie del suelo (SAGARPA, 2005).

La labranza mínima que consiste en un menor número de pasos de maquinaria, puede ser de conservación si contempla una cantidad suficiente de residuos.

La siembra directa es el establecimiento de un cultivo anual en un terreno que no ha sufrido laboreo previo alguno; donde se procura mantener el suelo cubierto, mediante la distribución homogénea de los restos del cultivo anterior; evitando la compactación excesiva por el paso de la maquinaria y el ganado; y controlando las hierbas previamente a la siembra, mediante la aplicación de dosis reducidas de herbicidas de baja peligrosidad (Bodas, 2002).

3.5.3 Ventajas de la Labranza conservacionista (SAGARPA, 2005).

- Reduce el periodo del cultivo siguiente en áreas de riego.
- Reduce la pérdida de suelo por el arrastre de las lluvias.
- Conserva por más tiempo la humedad almacenada en el perfil del suelo.
- Mejora las propiedades físicas del suelo.

- Reduce entre el 15, 30 y hasta un 60 % los costos de producción.
- Favorece la presencia de microorganismos en el suelo.

3.5.4 Desventajas de la labranza conservacionista

Existen algunos factores que influyen de manera importante para frenar la adopción de la labranza de conservación por parte de los agricultores y que pueden constituirse como desventajas, entre los mas importantes están (SAGARPA, 2005).

- La necesidad de contar con una maquinaria sembradora especializada.
- Cambio en la dinámica de poblaciones de malezas, lo que implica un mayor uso de herbicidas.
- Insuficiente capacitación y difusión sobre el método de labranza de conservación.

3.5.5 La agricultura de conservación a nivel mundial

A nivel mundial se estima que se siembra cerca de 100 millones de has. con labranza de conservación (Cuadro 1), destacando países como EE UU, Brasil, Argentina, Canadá, Australia, India y China con el 96% de la superficie con labranza de conservación en el mundo (Galván, 2007).

Cuadro 1. Superficie sembrada con labranza de conservación a nivel mundial.

País	Hectáreas
EE UU	25'000,00
Brasil	24'000,000
Argentina	18'000,000
Canadá	13'000,000
Australia	9'000,000
India	4'000,000
China	1'000,000
Otros	6'000,000
Total	100'000,000
Fuente: FAO.2006. agricultura 21	

3.5.6 La agricultura de conservación en México

La transformación de la agricultura en México se aceleró a partir de la mitad del siglo 20. El inicio de la Segunda Guerra Mundial marcó el principio del proceso actual de globalización. El arado metálico de vertedera se popularizó. El mejoramiento genético de maíz y trigo dio lugar a la llamada “Revolución Verde” originalmente enfocada exclusivamente a este aspecto y posteriormente se agregó la aplicación masiva de fertilizantes químicos y pesticidas, lo cual culminó con avances tecnológicos y generó niveles espectaculares de producción, cuando las condiciones ambientales y socioeconómicas son las apropiadas (Claveran, et. al., 2001).

Aunque se han realizado esfuerzos para promover la labranza de conservación en México desde hace mas de 30 años, ha sido difícil revertir las estrategias y políticas empleadas en el país para promover la modernización de la producción agrícola nacional basada en la mecanización y el uso de

agroquímicos, así mismo ni siquiera aparecemos en las estadísticas (Galván, 2007).

3.6 Deterioro del Suelo en México

Paralelo al incremento demográfico y a la agricultura extractiva se ha intensificado en el último medio siglo, el deterioro de los recursos naturales, particularmente el suelo se ha convertido en un problema ascendente de proporciones preocupantes. El origen del problema es el mal manejo de las tres actividades rurales básicas: la tasa de deforestación en desbalance con las plantaciones, sobrepastoreo del ganado y agricultura mecanizada o semimecanizada convencional, o la tradicional tumba-roza y quema que por el incremento demográfico, acortan los tiempos de descanso (16 a 20 años) y deterioran los recursos naturales (Figueroa y Morales, 1992). Las pérdidas anuales se estiman entre 250,000 y 300,000 hectáreas de tierra agrícola. En caso que esta tendencia no se modifique, seguramente en el siglo 21 se perderá la mayor parte de la tierra de cultivo (Claveran, et. al., 2001).

La invención y el diseño de maquinaria e instrumentos, así como de forma cada vez mas variadas de promover energía al agroecosistema en las labores de movimiento del suelo provocan que la perdida del suelo sea cada vez mayor por cada año que transcurre (Hernández, 1998).

3.7 Funciones que debe cumplir una sembradora

Abrir un surco en el suelo, con la profundidad y forma adecuadas. Para una germinación adecuada las semillas que deben colocarse debajo de la superficie, por lo tanto, el equipo sembrador debe proveer un mecanismo para la apertura del surco. Este dispositivo es un abre surcos que debe mantener el surco a una profundidad apropiada en una variedad de condiciones de suelo. La semilla no puede ser plantada demasiado superficialmente ni demasiado en profundidad, ya que estas dos situaciones ponen en riesgo la germinación.

3.7.1 Componentes principales de la sembradora a diseñar

1. Bastidor o armazón.

Es un marco completamente de acero, es la estructura de la maquina. Sobre él se montan todos los elementos que conforman la maquina, por lo que debe ser firme para mantener la forma y evitar las torsiones.

2. Mecanismo para corte de residuos.

Este elemento esta constituido por unos discos que atacan el residuo en sentido vertical descendente cortándolos, a la vez que abre un pequeño surco cuya anchura viene dada por la forma del disco, la profundidad esta en función del tipo y humedad del suelo, el peso que gravita sobre él, y su diámetro (Hernanz, 2006).

La eficiencia del disco cortador de la cobertura y de los residuos depende de varios factores:

- a) Las condiciones del suelo: textura, resistencia a la penetración, humedad y porosidad.
- b) Condiciones de los residuos y la paja: resistencia al corte, humedad, cantidad y manejo.
- c) Sembradora: peso y dinámica. Disco: tamaño, forma y perfil.

En los terrenos secos la penetración se ve dificultada por la alta resistencia que opone el suelo a la acción de corte, en este caso es necesario aumentar la carga en los muelles que regulan la profundidad hasta valores que puedan alcanzar los 200 kg por elemento. Esto si la maquina dispone del suficiente peso, de lo contrario será necesario agregar lastre. La forma del disco también

es importante tenerla en cuenta ya que influye en la eficiencia de la siembra (Hernanz, 2006).

Los elementos cortadores son discos los hay de diversos tipos: lisos, acanalados, estriados, ondulados, accionados (Figura 1).

(<http://www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx?articulo=201>)

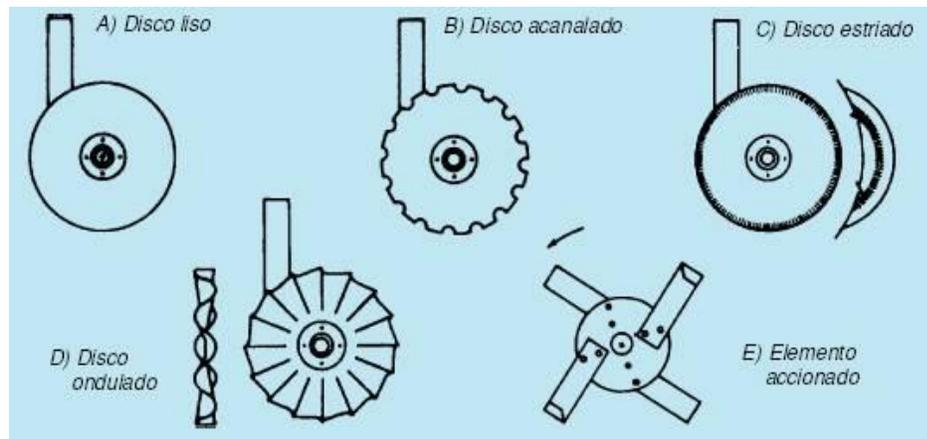


Figura 1. Elementos de corte de residuos e inicio de la franja de siembra.

3. Mecanismo abridor de surco.

Este elemento tiene como función la de crear una zanja pequeña donde será colocada la semilla y el fertilizante, procurando que esta sea colocada siempre debajo del suelo a una profundidad regulada dependiendo del tamaño de la semilla.

Los tipos de abre surcos generales que existen usualmente por su forma son (Baker, *et al.*, 1996):

- Ranuras en V.
- Ranuras en U.
- Ranuras en T invertida.
- Ranuras cruzadas.

Las ranuras de forma de V son casi siempre creadas por dos discos que se tocan en el frente y se abren en ángulo hacia atrás (Figura 2). El ángulo en V es normalmente de 10°. Cada uno de los discos angulados empuja casi un mismo volumen de tierra hacia los lados, cuando los dos discos están en el mismo ángulo con la vertical. La mayor ventaja de los discos dobles es su capacidad para manejar residuos superficiales, piedras y obstáculos menores sin bloquearse. La construcción es relativamente simple y no requieren mantenimiento (FAO, 2007).



Figura 2. Abre surcos en forma de “V”, doble disco.

❖ **Desventajas de las ranuras en forma de V.**

- Necesitan alta fuerza de penetración.
- Tienen tendencia empujar a residuos en las ranuras.
- Tienden a concentrar la semilla y el fertilizante en la base de la ranura si se aplica en el mismo surco.

Las ranuras en U tienen una base más amplia que las ranuras en V. Son formadas por varios diseños de abre surcos:

- Abre surcos de tipo de disco sencillo angulado.
- Abre surcos de azada o cincel.

- Abre surcos de cuchillos rotativos motorizados.

Todos estos diseños producen algo de suelo suelto en la superficie cerca de la ranura mismo que puede ser usado para recubrirla. Los abre surcos de tipo de disco angulado (Figura 3) raspan el suelo del centro de la ranura, los abre surcos de azada (Figura 4) levantan el suelo, los abre surcos motorizados rompen el suelo con un juego de hojas rotatorias (FAO, 2007).



Figura 3. Abre surcos en forma de “U” de disco sencillo.

❖ **Ventajas del disco sencillo:**

- Producen una ranura en forma de U.
- Son simples y robustos.
- Son compactos (a menudo usados para sembrar granos pequeños).
- Hacen un buen manejo de los residuos.

❖ **Desventajas:**

- Es necesaria una alta fuerza de penetración.
- Hacen un considerable movimiento del suelo (depende del ángulo).



Figura 4. Abre surcos en forma de “U” con aza de hoja ancha.

❖ **Ventajas de los abre surcos de azada:**

- Bajo costo.
- Penetran mejor en el suelo requiriendo menos peso del implemento lo que los hace ideales para tracción animal.
- No empujan residuos en la ranura sino que los empujan hacia fuera.
- No crean superficies selladas en los lados de los surcos húmedos creando una mejor cama de semillas.

❖ **Desventajas:**

- Tienen problemas con piedras y obstáculos.
- Requieren un buen disco cortador para los residuos grandes.
- Hacen un considerable movimiento del suelo dependiendo de la forma y el ancho.

La ranura de T invertida (Figura 5) fue desarrollada para invertir la forma de la ranura en V, o sea una parte superior ancha y base angosta. El principal objetivo para este desarrollo fue la posibilidad de doblar el suelo cubierto con residuos sobre la ranura para la conservación de la humedad. El segundo objetivo fue encontrar un diseño capaz de manejar correctamente la colocación del fertilizante al mismo tiempo de la siembra. El implemento consiste de un

vástago vertical que se curva hacia afuera en su base para formar dos alas inclinadas hacia el frente a 5-10° (FAO, 2007).

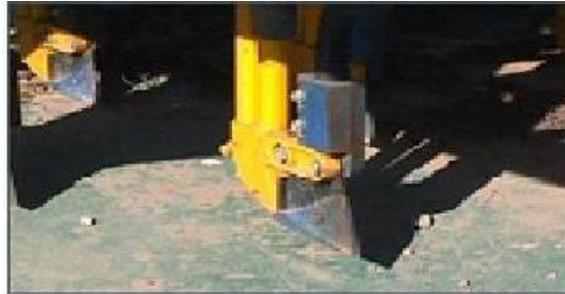


Figura 5. Abre surcos “T” invertida.

❖ **Ventajas:**

- No compacta el suelo.
- La ranura se cierra automáticamente.
- Mantiene una profundidad de siembra constante siguiendo la superficie del suelo.

❖ **Desventajas:**

- Se gasta considerablemente en suelos arenosos.
- No hay una buena apertura del surco en los suelos sueltos.
- Tiene un manejo difícil de los residuos (requiere un disco de corte).

El abre surco de ranura cruzada es un desarrollo posterior de la ranura en T invertida. Proporciona condiciones casi ideales para la germinación de la semilla. Consiste de discos de corte con dos pequeñas alas a cada lado (Figura 6). Las alas abren un corte horizontal en el cual se coloca de un lado la semilla y del otro el fertilizante separado por el corte vertical del disco de corte (FAO, 2007).



Figura 6. Abre surcos de ranura cruzada.

❖ **Características:**

- Condiciones ideales para la germinación de las semillas.
- Eficiente separación de la semilla y el fertilizante.
- Requiere poca fuerza de tiro.
- Buen manejo de los residuos, sin problemas de dejar residuos en posición vertical.
- Considerable desgaste en los suelos arenosos.
- Caro.

4. Elementos cubridores y compactadores

Hernanz (2006) menciona que una vez depositada la semilla es necesario cubrirla con tierra fina lo suficientemente apretada como para que con la humedad del suelo impregne sus tejidos y se inicie el proceso de germinación. En algunos modelos de sembradoras este elemento se coloca inmediatamente después de los abre surcos de siembra, una pequeña rueda que aprieta la semilla contra el fondo.

La cobertura final se lleva a cabo mediante ruedas compactadoras ya sea simples o dobles (Figura 7), fabricándose tanto de goma como de nylon endurecido o metal. Las gomas son flexibles de manera que el apoyo sobre el

suelo se lleva acabo sobre una importante superficie de trabajo, lo que ayuda a apretar la tierra sobre el cierre. Tienen la ventaja de que en condiciones húmedas o semihúmedas y en terrenos plásticos despegan la tierra adherida, lo que evita posibles acumulaciones. Cuando trabajan en condiciones secas y con alta presión de apriete pueden acelerar su desgaste.

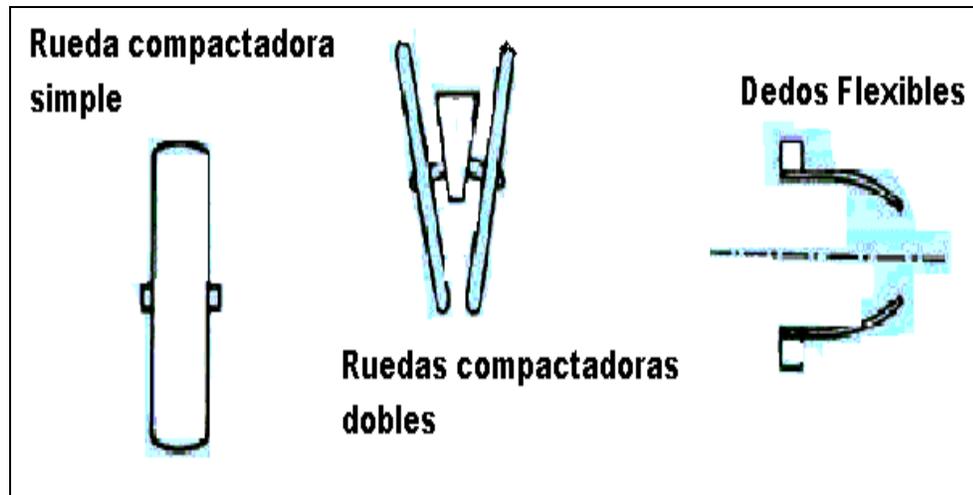


Figura 7. Elementos de cierre de surco y compactadores.

Los elementos de control de la profundidad (Figura 8) pueden ser individuales en cada línea, en paños (grupos de varios elementos) o para el conjunto del bastidor de la máquina. Deben ser ajustables y pueden basarse en una rueda compactadora trasera, ruedas controladoras laterales simples o dobles en el elemento de apertura del surco o patines, ruedas en "tandem", ruedas reguladoras de la elevación de la estructura y bandas cilíndricas en las cuchillas simples o dobles de corte de residuos.

(<http://www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx?articulo=201>).

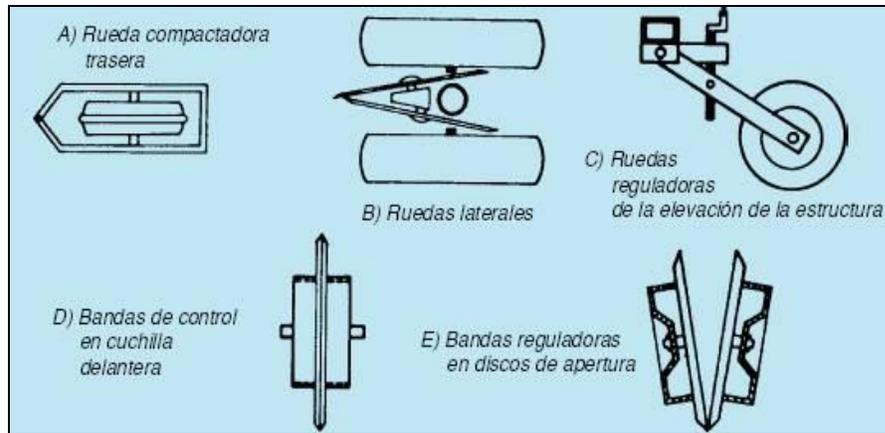


Figura 8. Elementos de control de la profundidad.

3.8 Conservación de la humedad en el suelo

En las condiciones de labranza con suelo suelto, los macro poros en la vecindad de las semillas han sido completamente destruidos y la capilaridad ha sido disturbada. En los suelos que no han sido disturbados el equilibrio de la humedad del suelo está intacto proporcionando un intercambio óptimo de humedad entre las partículas de suelo y los poros. Esto permite el movimiento capilar del agua del suelo hacia la superficie mientras reduce las pérdidas por evaporación con la cobertura del suelo. En la agricultura de conservación, la humedad del suelo se encuentra en la ranura y dependiendo del tipo de ranura varía la pérdida de humedad, como se muestra en la Figura 9 (Baker *et al.*, 1996).

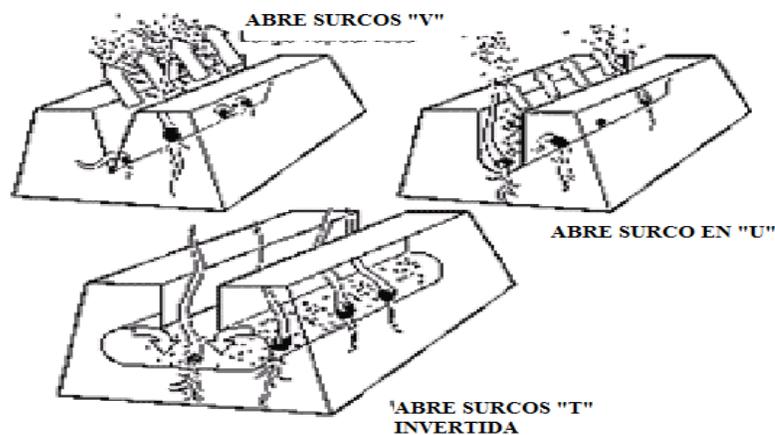


Figura 9. Pérdida de humedad de diferentes formas de ranura. (Carter, 1994).

Las ranuras en T invertida atrapan el vapor de agua dentro de la ranura por lo que esta permanece mayor tiempo en el suelo. En las ranuras de forma V y U la humedad escapa con mayor facilidad lo que hace de este tipo de abre surcos el menos adecuado en zonas semiáridas donde el agua es escasa (FAO, 2007).

3.9 Procedimientos de diseño

La palabra diseño proviene de la palabra latina designare, que significa “designar, marcar...” El diccionario incluye varias definiciones de la palabra diseño siendo la más aplicable “delinear, trazar o planear como acciones o como trabajo... concebir inventar o idear” (Norton, 1999).

El diseño de ingeniería se puede definir como “el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización” (Shigley. et al., 1990).

Diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: maquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos. El diseño mecánico hace uso de matemáticas, la ciencia de los materiales y la ciencia mecánica aplicada.

Un problema de diseño no es un problema hipotético en absoluto. Todo diseño tiene un propósito concreto: la obtención de un resultado final al que se llega mediante una acción determinada o por la creación de algo que tiene finalidad física.

3.9.1 Fases del diseño

El proceso total del diseño se procede con preguntas: ¿Cómo empieza? ¿Simplemente llega un ingeniero a un escritorio y se sienta ante una hoja de papel en blanco y se pone a escribir algunas ideas? ¿Qué hace después? ¿Qué factores determinan o influyen en las decisiones que se deben tomar? Por ultimo ¿Cómo terminar este proceso de diseño.



Figura10. Fases de diseño.

En la figura 10 se muestra el proceso del diseño. Este principia con la identificación de una necesidad y con una decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones o repeticiones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad. A continuación se examinarán estos pasos.

3.9.2 Identificación de la necesidad

El ingeniero empieza cuando se da cuenta de la necesidad y decide hacer algo al respecto. **Identificar la necesidad** y expresarla con determinadas palabras

es una actividad bastante creativa pues la necesidad puede manifestarse algo vaga, un descontento, una dificultad o la sensación de que algo no es correcto. La persona que es muy sensible y percibe fácilmente las cosas entonces es posible que identifique una necesidad, y también es probable que haga algo al respecto.

3.9.3 Definición del problema

Deberá abarcar todas las condiciones para el objeto que a de ser diseñado. Las condiciones o especificaciones son las cantidades de entrada y salida, las características y dimensiones del espacio que deberán ocupar el objeto, y todas las limitaciones a estas cantidades. Se puede considerar el objeto a diseñar como algo colocado en una “caja negra”. En este caso se debe especificar lo que entra y lo que sale de dicha caja, junto con sus características y limitaciones. Las especificaciones definen el costo, la cantidad de piezas a fabricar, la duración esperada, el intervalo o variedad de capacidades, temperatura de trabajo y la confiabilidad. Existen muchas condiciones intrínsecas que dependen del entorno particular del diseñador o de la propia naturaleza del problema.

La síntesis no se puede efectuar sin antes realizar el **análisis y optimización** debido a que se debe analizar el sistema a diseñar, con el fin de determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones. El análisis podría identificar si el sistema es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez. El diseño es un proceso iterativo en el que se pasa por varias etapas, se evalúa y se vuelve a la fase anterior del proceso. Esto para analizar y sintetizar varios componentes del sistema para ver el efecto que tienen estos sobre las partes restantes del sistema (**fase de síntesis**). Para el *análisis y optimización* se requiere que se ideen o imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de modelo matemático.

La evaluación es una fase significativa del proceso total de diseño. Es la demostración definitiva de que el diseño es acertado y, por lo general, incluye pruebas de un prototipo de laboratorio. En tal punto es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad o las necesidades. ¿Es confiable? ¿Competirá con éxito contra productores semejantes? ¿Es de fabricación y uso económico? ¿Es fácil mantener y ajustar? ¿Se obtendrán ganancias por su venta o utilización? ¿Cuan probable es que ocasione un litigio como producto de riesgo? ¿Y es factible de ser asegurado fácilmente y a bajo precio? ¿Es probable que se requieran medios especiales para reemplazar sistemas o partes defectuosas?

La presentación es una tarea de venta. Cuando el ingeniero presenta o expone una nueva idea al personal administrativo de alto nivel (directores, gerentes o supervisores, por ejemplo), esta tratando de demostrar que su solución es la mejor. A menos que tenga éxito, el tiempo y esfuerzo empleado para obtener la solución se habrá desperdiciado por completo. Cuando los diseñadores venden una nueva idea, también venden su función como creadores. Si se repiten sus éxitos en la creación de conceptos, diseños, soluciones nuevas y cosas semejantes a la dirección o gerencia de una empresa, se harán acreedores a recibir aumentos de sueldo y ascensos. De hecho, así es como se progresa en una carrera.

3.9.4 Consideraciones de diseño

A veces la resistencia de un elemento en un sistema es un asunto muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento. En tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño. Cuando se usa la expresión consideración del diseño se esta refiriendo a una característica que influye en el diseño de un elemento, o quizás, en todo el sistema. Generalmente se tiene que tener en cuenta varios

de estos factores en caso de diseño determinado. Alguno de los más importantes son los siguientes:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Resistencia | 13. Ruido |
| 2. Confiabilidad | 14. Estilización |
| 3. Propiedades térmicas | 15. Forma |
| 4. Corrosión | 16. Tamaño |
| 5. Desgaste | 17. Flexibilidad |
| 6. Fricción o rozamiento | 18. Control |
| 7. Procedimiento | 19. Rigidez |
| 8. Utilidad | 20. Acabado de superficies |
| 9. Costo | 21. Lubricación |
| 10. Seguridad | 22. Mantenimiento |
| 11. Peso | 23. Volumen |
| 12. Duración | 24. Responsabilidad legal |

Algunos de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento, o bien a la unión o ensamble de los elementos del sistema. Otros se refieren a la configuración total del sistema.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en Buenavista en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Figura 11) la cual se encuentra en la ciudad de Saltillo localizada al sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas $101^{\circ}59'17''$ longitud oeste y $25^{\circ}23'59''$ latitud norte, a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, al suroeste con el municipio de Parras; al este con el de Arteaga y el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Parras.

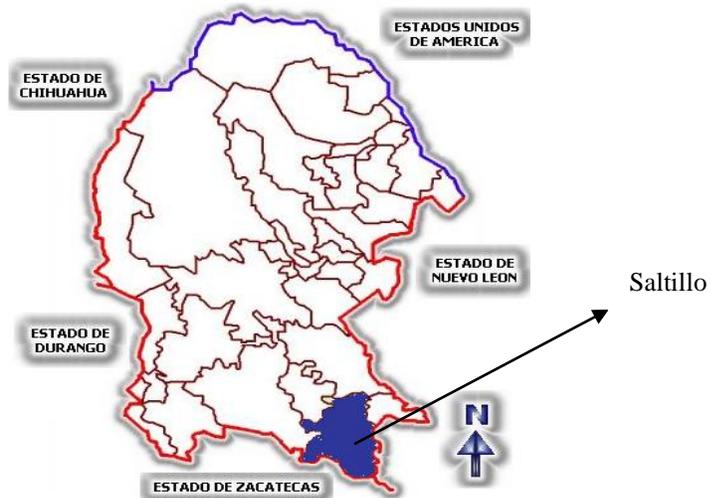


Figura 11. Ubicación geográfica del área de estudio.

El proceso de las actividades para la realización del proyecto se muestra en la Figura 12 (Santos, 1996).



Figura 12. Proceso de actividades.

4.2 Revisión de literatura de los sistemas de labranza de conservación

Este estudio se realizó con la finalidad de saber que tipo de sistemas de labranza son los más utilizados en el mundo y en México, con la finalidad de conocer los beneficios que se obtienen de ellos y cuales son los elementos principales a tomar en cuenta para diseñar y construir una maquina capaz de trabajar en terrenos con residuos de cosecha, para de esta manera realizar la siembra de hortalizas.

4.3 Propuestas de diseño

Se realizaron dibujos bien detallados los cuales contenían los elementos esenciales de trabajo de una sembradora de conservación, estos elementos son los que tienen contacto directo con el suelo y el residuo, para después tomar una decisión de los elementos que conformarían la maquina (Tipo disco de corte, abridor de surcos, cierre de surcos, compactador y controlador de profundidad), así como de las medidas (Anexo II).

4.4 Adquisición de materiales

Una vez que se propuso el diseño final y se realizaron los dibujos se prosiguió a la adquisición de los materiales con los que contaría la sembradora de conservación de hortalizas, se opto por material de buena resistencia, así como de fácil disponibilidad que permita la siembra de cultivos hortícolas a menor costo (Cuadro 2).

En el Cuadro 2. Materiales utilizados y su costo.

Material de construcción	Dimensiones (mm)	Cantidad de material en longitud	Costo (pesos)
PTR	50 x 80 x 4	6 m	436.67
Solera	35 x 10	6 m	216.11
PTR	40 x 40 x 4	2 m	
PTR	40 x 40 x 2	2 m	
Varilla roscada	60 x 20	1 m	349.31
Placa de acero	10 x 6	1 m	
Tubo de acero	Dext 50, 4	3 m	
Tubo de acero	Dext 55, 3	1 m	
Ruedas	400 x 100	2	427.49
Ruedas de presión	Dext 300, 90	2	460
Resorte de compresión	Dext 63, Lo 282.4, fn 111.5, Dwire 5, F 2400 N	1	316.73
Resorte de tensión	Dext 35, Lo 218, fn 120, Dwire 4, F 700 N	2	169.73
Tubo de plastico para semilla	Dext 19	4 m	200
Baleros	-	4	180
Turcas y tornillos	-	-	500.26
Otros materiales	-	-	570.45
Perforación de agujeros	Distintos	distintos	828
Gato Hidráulico tipo botella	3 ton.	1	540
Tornillos	-	-	150
Total			5344.73

Dext = Diámetro exterior.

Lo = Longitud sin carga.

fn = Extensión del resorte o compresión.

Dwire = Diámetro del alambre.

F = Fuerza aplicada.

4.4.1 Material obtenido de maquinaria obsoleta

Tornillería diferentes medidas.	Placas de acero.
Tubos de varias medidas.	Varillas.
Ruedas de 300 X 100 mm.	Solera.
Ruedas de prensar (300 X 40 mm).	Otros.
Disco muescado y liso (400 X 3 mm).	

4.4.2 Herramientas utilizadas

Segueta.
Brocas (varias medidas).
Taladro de pedestal y de mano (pulidor).
Esmeril de banco y mano.
Lima de mano.
Maquina para soldar.
Desarmador.
Pinzas de presión.
Cortadora circular de metal.
Martillo.

4.3 Construcción y maquinado de elementos

La construcción de la sembradora de conservación para hortalizas se llevo a cabo en el parque de maquinaria dentro del taller de soldadura que se encuentra en las instalaciones de la misma universidad.

Con los materiales listos, se procedió a realizar todas las partes que conformarían la sembradora. Para esto se realizaron los cortes necesarios, así como agujeros y maquinado de materiales, para soldar se utilizaron electrodos E-6013 y E-7018. Cabe mencionar que se realizaron distintas actividades de maquinado en talleres externos pues no se contaba con el equipo necesario dentro del taller.

4.3.1 Diseño y construcción final

La maquina que resulto del presente trabajo (Figura 13) consta de las siguientes partes:

1. Bastidor.
2. Ruedas delanteras y traseras.
3. Conexión de la base del conjunto de disco de corte y resorte de compresión.
4. Conjunto del disco de corte.
5. Resorte de compresión.
6. Construcción del paralelogramo.
7. Conjunto reja-ruedas.
8. Reja.

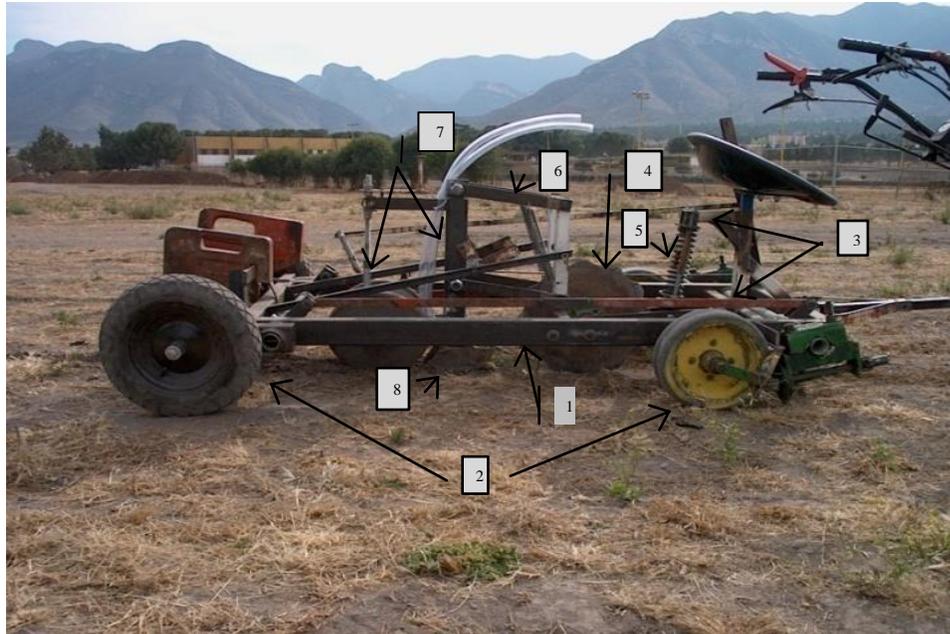


Figura13. Diseño y construcción final.

4.3.2 Construcción del bastidor (Cortes, 2005).

Para la construcción de bastidor (Figura 14) se utilizó PTR de 50 x 80 x 4 mm de espesor, mismo fue cortado con la cortadora eléctrica para una mejor precisión en el corte.



Figura 14. Bastidor.

Se utilizó tubo de diámetro 50 X 4 mm de espesor como ejes. Se soldaron tubos pequeños de un diámetro mayor al de los ejes (55 X 3 mm) para que los ejes tengan un área más amplia como base.

En los ejes se acoplaron tubos auxiliares de 55 de diámetro por 3 mm de espesor sobre el eje (atornillados), los mismos que llevan soldados pequeñas partes de solera (35 x 10 mm) para transmitir movimiento producido por gato mecánico tipo botella de 3 ton. que permite poner la sembradora en posición de traslado y de trabajo (Figura 15).



Figura 15. Posición de traslado y de trabajo.

4.3.3 Ruedas delanteras y traseras

Las ruedas delanteras fueron tomadas de maquinaria obsoleta, estas ruedas permiten girar libremente (ruedas locas) dando la dirección el tiro del motocultor. Las ruedas traseras están construidas con PTR de 50 x 80 x 4 mm de espesor, ruedas de carretilla 400 mm de diámetro. Colocadas en el bastidor a un ángulo de 15°.

4.3.4 Conexión de la base del conjunto de disco de corte y resorte de compresión

Se utiliza PTR de 40 x 40 x 4 mm de espesor donde se lleva el conjunto del disco de corte, sobre de este va soldado otro PTR de 40 x 40 x 2 mm de espesor en el cual va el asiento además de conectar el conjunto del resorte de compresión (Figura 16).

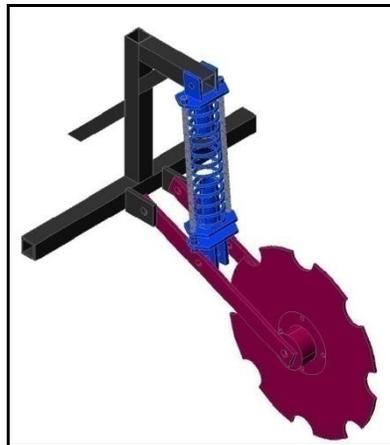


Figura 16. Conjunto de disco de corte y resorte de compresión.

4.3.5 Conjunto del disco de corte

Como se muestra en la Figura 16, este elemento está formado por dos barras de solera de 35 x 10 mm con 440 mm de largo, estas barras llevan 3 agujeros dos de 5/8 pulg. (15.9 mm) y uno de 1/2 pulg. (12.7mm) los cuales corresponde

a la conexión del disco de corte y a la base del resorte, un disco muescado de 300 mm de diámetro.

4.3.6 Resorte de compresión

Las medidas del resorte son: diámetro exterior 63 mm, diámetro de hilo 5 mm, longitud total 282.4 mm, longitud mínima 111.5 mm. Diseñado para 2400 N (244 kg). Se construyó una base para el resorte con tubo de 38 X 1 mm de espesor, placas de 6 mm de espesor, tuercas y dos barras roscadas de 7/16 de pulg. (11.1 mm) que permiten el vaivén del resorte cuando este se comprime (Figura 16).

4.3.7 Paralelogramo del soporte de la reja y de las ruedas compactadoras

Para la construcción del paralelogramo de soporte (Figura 17). Se utiliza PTR de 40 x 40 x 4 mm y de 40 x 40 x 2 mm, solera de 35 x 10 mm, placas de 6 mm de espesor para sujetar todo el conjunto al bastidor y 2 barras de 7/8 pulg. (22 mm) de diámetro mismos que fueron maquinados en el torno para realizar un roscado de 3 pulg. en ambos extremos, las partes que no tienen movimiento fueron soldadas para mayor firmeza (PTR), se utilizó solera de 25.4 X 3 mm para reforzar los PTR. La solera de 35 x 10 mm conecta al PTR con tornillos de ½ pulg. (12.7 mm) mismas que mantienen un ángulo de inclinación de 30° provocado por dos resortes de tensión (diámetro exterior 35 mm, diámetro de hilo 4 mm, 218 mm de tensión total, longitud original 111.5 mm, diseñado para 700 N. de tensión) y el peso del conjunto de la barra principal donde van la reja y las ruedas de prensado reguladoras de profundidad lo que permite tener un contacto firme de la reja con el suelo.

Los polígonos están conformados por solera de 340 mm de longitud separados a una distancia de 140 mm entre los mismos, pero conectados por las barras de 7/8 pulg. (22 mm).



Figura 17. Paralelogramo de soporte.

4.3.8 Conjunto reja-ruedas

Este conjunto esta formado por: una barra de 60 x 20 mm, solera de 35 x 10 mm, tubo roscado y hueco, ruedas de presar de 300 mm de diámetro, tuercas y tornillos, así como otros materiales de reciclaje.

La barra principal de 60 x 20 mm es donde conecta en conjunto reja-ruedas (Figura 18). Se soldaron dos barras de solera en la parte superior de la barra principal y se atornillaron dos más en la parte inferior de la misma barra (tornillo de $\frac{1}{2}$ pulg. (12.7 mm)). Las ruedas prensoras van soldadas a las barras inferiores con una inclinación de 15° y separadas entre si 25 mm. Estas barras, superior e inferior están conectadas por un tubo de $\frac{5}{8}$ de pulg. (15.8 X 2 mm) y una varilla roscada de $\frac{5}{8}$ de plg. (15.8 mm) mismos que se conectan entre si por medio de unas tuercas (de igual medida que la varilla roscada) para regular la profundidad de trabajo mediante una manivela.



Figura 18. Conjunto reja-ruedas.

4.3.9 Construcción de la reja

Para la construcción de la reja (Figura 19) se utilizaron placas de espesor de 6 y de 4 mm, dos partes de tubos. La construcción fue hecha de manera que esta formara una T invertida en el suelo. Permitiendo separar la semilla y el fertilizante a una distancia entre ellos de 3 a 5 mm. Los tubos se soldaron en la reja para depositar la semilla y fertilizante a través de unos tubos de plástico. La reja es colocada al final de la barra principal.



Figura 19. Abre surco de Reja tipo "T" invertida.

4.3.10 Otros detalles

1) Enganche de la sembradora con el motocultor.

La fabricación de este se realizó con PTR de 40 x 40 x 4 mm y de 40 x 40 x 2 mm, solera 35 x 10 mm y partes de maquinaria obsoleta (tubos y placas) mismas que se soldaron. El enganche mide aproximadamente 100 mm de largo.

2) Asiento de la sembradora.

El asiento utilizado pertenece a otro implemento que se encuentra en el parque de maquinaria, mismos que ajusta perfectamente al prototipo.

3) Posición de trabajo y traslado de la sembradora.

Para poner la sembradora en posición de traslado es necesario accionar el gato mecánico manualmente desde el asiento de la sembradora a través de una barra en posición horizontal misma que conecta a otra vertical a lado del asiento. Para poner la sembradora en posición de trabajo es necesario abrir la válvula del gato para que este regrese a su posición original utilizando una conexión similar a la anterior.

El trabajo de los elementos que tienen contacto directo con el suelo, deben trabajar en línea de tal manera que se aproveche al máximo el trabajo realizado por cada uno. Para realizar esta acción fue necesario usar tubos de diámetro mayor a 7/8 de pulg. (22 mm) en las barras que conectan los polígonos para mantener en línea la barra principal de la reja y las ruedas de prensar para evitar el movimiento de los mismos hacia los lados.

Se realiza una prueba de funcionamiento en campo para observar su funcionamiento y realizar los ajustes necesarios.

4) Ajustes de la maquina.

Se colocaron contrapesos de 30 kg en la parte de atrás de la sembradora para evitar que esta se levante cuando este en posición de trabajo. Para esto se acoplo una base en la parte de atrás de la sembradora de modo que estos no afecten el trabajo de la sembradora.

Distancia de las ruedas de cierre de surco, originalmente la distancia entre ellas era de 25 mm entre ellas, este fue modificado a 55 mm para un mejor trabajo en el cierre de surco.

4.4 Ensamble

Para el ensamble de los conjuntos que componen la sembradora se siguieron los siguientes pasos para facilitar el mismo.

- a) Como primer paso se debe poner los ejes con sus respectivos tubos auxiliares que son donde conecta el gato mecánico, para de esta manera poner las ruedas delanteras y traseras si es necesario auxiliarnos de un banco para mayor seguridad y facilidad como se muestra en la Figura 20.
- b) Como siguiente paso se pone el gato mecánico el cual mantiene las ruedas en su posición ya sea de traslado o trabajo lo que hace más sencillo acoplar las demás partes (Figura 20).

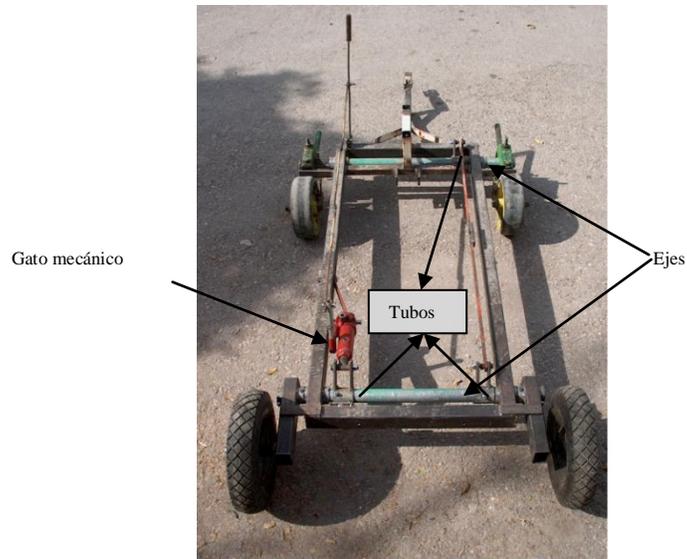


Figura 20. Ejes, gato mecánico y tubos auxiliares

c) Colocamos la sembradora en posición de traslado para situar el conjunto del disco de corte y el resorte (Figura 21).

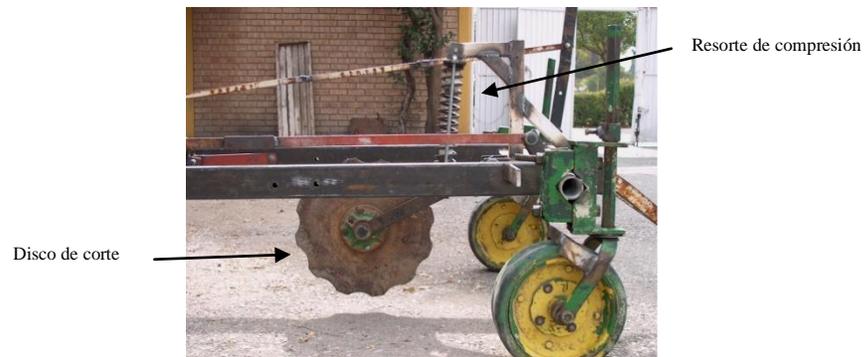


Figura 21. Disco de corte y resorte de compresión.

d) Enseguida se ponen los paralelogramos de soporte con sus respectivos refuerzos de solera que se utilizaron (Figura 22). Para después colocar el conjunto reja-ruedas procurando quedar en línea: disco de corte, la reja y las ruedas de cierre de surco.



Figura 22. Paralelogramo y asiento.

- e) Se coloca el asiento en su respectivo lugar (Figura 22).
- f) Se da un segundo repaso procurando que los tornillos estén bien ajustados, que el gato funcione bien, que no haya problema con los resortes ni con el disco de corte.

4.5 Metodología para la evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo para una sembradora de conservación (CENEMA, 2007 y Cervantes, 2001).

Para la realización de las pruebas de la sembradora directa es necesario tomar en cuenta que características tiene el suelo pues de acuerdo a estas, el rendimiento de los elementos que tienen contacto directo con este puede variar; así que es necesario considerar las siguientes características del suelo.

4.5.1 Textura del suelo

Para la determinación de esta propiedad es necesario enviar las muestras de suelo a un laboratorio especializado en suelo que podrán determinar la textura por el método de la pipeta o el del hidrómetro (de Bouyoucos), ambos métodos se basan en la proporción diferencial de asentamiento de las partículas del suelo (Ortiz, 1980).

4.5.2 Contenido de humedad del suelo

El porcentaje de humedad del suelo o porcentaje gravimétrico de agua (P_w) se determina a través del Método gravimétrico: consiste en obtener una muestra de suelo representativa de la zona de estudio, a la profundidad deseada; antes de que pierda humedad se deposita en un recipiente que sirve como aislante térmico y se lleva al laboratorio, la muestra del suelo húmedo se pesa (P_{SH}), se coloca en la estufa a 105 – 110 °C por 24 horas, se enfría y se obtiene el peso del suelo seco (P_{SS}) los datos obtenidos se sustituyen en la fórmula y se calcula el % de humedad:

$$P_w = \left[\frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SS}} \right] 100$$

Donde:

P_w = % de humedad del suelo.

P_{SH} = Peso del suelo húmedo, g.

P_{SS} = Peso del suelo seco, g.

4.5.3 Densidad aparente

Es la masa por unidad de volumen de suelo seco; el volumen considerado incluye las partículas sólidas del suelo y el espacio poroso dato que se emplea para detectar las capas endurecidas en los suelos que puedan causar problemas en la preparación del suelo, así como en el desarrollo radicular de las plantas. Para determinación de este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$D_a = \frac{P_{SS}}{V}$$

Donde:

D_a = Densidad aparente, g/cm³.

P_{SS} = Peso del suelo seco, g.

V = Volumen de sólidos, ml, cm³

Para tomar estos datos es necesario tomar las muestras con un extractor de núcleos o bien con una barrena como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Muestra de suelo con barrena.

4.5.4 Resistencia a la penetración

La resistencia a la penetración (Figura 24), es descrita por algún comportamiento mecánico o de ruptura. Baver (1980), define la resistencia a la penetración como un índice integrando a la compactación del suelo, contenido de humedad, textura y tipo de mineral de arcilla. Es una determinación que implica la consistencia y la estructura del suelo. El comportamiento mecánico generalmente se expresa como resistencia a la penetración a una profundidad determinada en lbf, N o kg y esta directamente relacionada con la humedad del suelo.



Figura 24. Resistencia a la penetración del suelo.

4.5.5 Cantidad y tipo de residuo

Para determinar el porcentaje de residuos a utilizar en cada parcela es necesario utilizar el medidor de residuos el cual esta dividido en 100 cuadritos de 10 cm² cada uno, por lo cual, uno de estos representa un 1%. De esta manera es necesario cubrir los cuadritos en su totalidad dependiendo de que cantidad de cobertura se requiera.

Para determinar el 30% de cobertura se cubren 30 cuadritos con residuo de sorgo, para después depositarlos en un recipiente y determinar su peso correspondiente al porcentaje de cobertura (Figura 25). Posteriormente se determina la cantidad de rastrojo a aplicar en los dos campos de 12 x 18 m. cada uno, divididos en 12 parcelas de 3 x 6 m.

Para determinar el 60 y el 100 por ciento de la cobertura se sigue el mismo procedimiento.



Figura 25. Peso de la cobertura vegetal.

4.5.6 Corte de residuos

Para determinar la eficiencia de corte es necesario de realizar un análisis de cada uno de los tramos de rastrojo por donde pasa el disco de la sembradora, para esta prueba se realiza un muestreo por parcela.

En un metro, por donde paso la maquina se cuenta la cantidad de rastrojos que se encontraban en la línea de trabajo, en seguida se cuenta la cantidad de estos que fueron cortados por el disco.

- Se considera que el total de rastrojos representan el 100 %.
- Conociendo el total de rastrojos cortados por el elemento de corte se procede a calcular el porcentaje de corte. Mediante la siguiente expresión.

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

Donde:

% C = Porcentaje de corte.

RC = Número de rastrojos cortados.

TR = Total de rastrojos de muestra.

100 = Factor para expresarlo en porcentaje.

4.5.7 Profundidad de trabajo

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

1. En un metro lineal se realizaron medidas al azar, con un nivel y una regla graduada se toman las lecturas de profundidad de trabajo.
2. Por parcela se toma una o dos lecturas como mínimo.
3. Después con los datos obtenidos se obtiene una media aritmética para determinar la profundidad de trabajo del disco de corte.
4. Posteriormente estos datos son procesados en el modelo estadístico para determinar el análisis de varianza y con estos poder conocer si existe diferencia significativa en las parcelas con respecto a los tratamientos.

4.5.8 Cubrimiento de la semilla

En un metro lineal de surco se siembra o se realiza una simulación de la caída de la semilla y se verifica si ésta es tapada completamente por el mecanismo encargado de cerrar el surco. La simulación de la colocación del fertilizante en el suelo se realizó con semilla para una mejor medición y apreciación del trabajo.

4.5.9 Parámetros que se evaluaron en el mecanismo de siembra del equipo

- Porcentaje de corte del disco.
- Profundidad de trabajo.
- Distancia entre semilla y fertilizante.
- Calidad de cubrimiento.

En los cuadros 3 y 4 se muestran las parcelas enumeradas con su respectivo porcentaje de cobertura.

Cuadro 3. Campo 1 con disco muescado; número de parcela y entre paréntesis el porcentaje de cobertura.

1 (30%)	2 (0%)	3 (100%)	4 (60%)
5 (60%)	6 (100%)	7 (100%)	8 (30%)
9 (60%)	10 (0%)	11 (30%)	12 (0%)

Cuadro 4. Campo 2 con disco liso; número de parcela con números romanos y entre paréntesis el porcentaje de cobertura.

I 60%	II 30%	III 60%	IV 30%
V 60%	VI 0%	VII 30%	VIII 100%
IX 0%	X 0%	XI 100%	XII 100%

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

5.1 Resultados de la construcción de los elementos de la sembradora

5.1.1 Bastidor

La sembradora esta constituida por un bastidor al que se le acoplan cuatro ruedas, dos delanteras que tienen como característica principal un giro de 360° y dos traseras, mismas que ayudan al traslado de la maquina (Figura 26).



Figura 26. Bastidor y ruedas.

5.1.2 Disco de corte y resorte de compresión

El conjunto del disco del corte y el resorte de compresión conectan perfectamente entre si, como se muestra en la Figura 27, lo que permite que el disco tenga un contacto firme y directo con el residuo cuando la sembradora se encuentra en posición de trabajo, así mismo se realiza una línea de corte

delgada en el suelo lo que ayuda al elemento abridor de surco a penetrar con mayor facilidad.

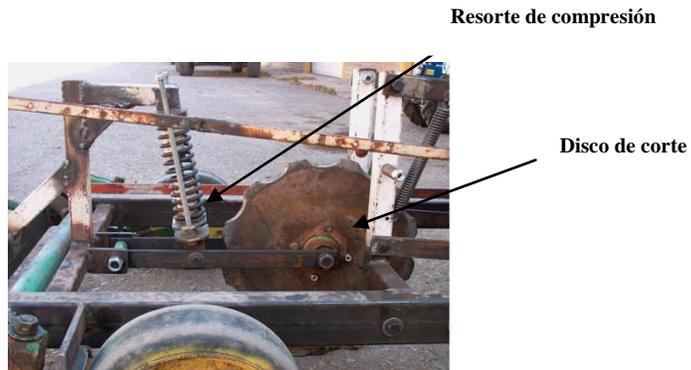


Figura 27. Resorte de compresión y disco de corte.

5.1.3 Paralelogramo de soporte de la reja y ruedas prensoras

Estos elementos se muestran en la Figura 28 y es donde conectan la reja y las ruedas prensoras que requieren tener un contacto firme y directo con el suelo, para esto se cuenta con la ayuda dos resortes de tensión.



Figura 28. Paralelogramo de soporte.

5.1.4 Conjunto reja-ruedas

El conjunto reja-ruedas (Figura 29) tiene dos funciones principales: controlar la profundidad de la reja y cerrar o compactar la línea de siembra, estas acciones se pueden realizar por medio de las partes que la conforman (mencionadas anteriormente).



Figura 29. Conjunto reja-ruedas.

5.1.5 Resultado de la reja

En cuanto al diseño y construcción de la reja (Figura 30) fue realizada con un material delgado y resistente para que entre con facilidad y sea capaz de disturbar el suelo con residuo, conservando la humedad del mismo y realizar correctamente la colocación de la semilla y el fertilizante.



Figura 30. Reja

La sembradora esta diseñada para el motocultor con 14 hp y 540 rpm. a la toma de fuerza.

5.2 Resultados de la evaluación de los elementos que tienen contacto directo con el suelo para una sembradora de conservación

De acuerdo con las pruebas realizadas en el laboratorio de suelo, los campos donde se realizó la evaluación de la sembradora tienen una textura con un tamaño relativo de partículas minerales del suelo (arena, limo y arcilla) clasificado como migajón arcilloso, con un 34 por ciento de arena, 31 por ciento de arcilla y 35 por ciento de limo.

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

Las condiciones de la parcela total no eran muy favorables para la evaluación de la sembradora pues esta se encontraba muy seca en cuestión de humedad por lo que se tuvo que regar toda la parcela lo más uniformemente posible. Se utilizó un tanque con capacidad de 3500 m³, mismo que fue utilizado 14 veces a su capacidad total y vertidos en la parcela.

Para la evaluación de la sembradora se realizó en dos campos con dos discos de corte diferente [campo uno (disco con muescas) y campo dos (disco liso)] por lo cual se determinó el contenido de humedad para los dos campos, campo uno con 23.75 % y el campo dos con 19.19 % en promedio.

La densidad aparente promedio fue de 1.05 g/cm³ como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Densidad aparentes del suelo.

Muestra	Profundidad cm.	Da. g/cm³
Muestra 1	0 – 5	1.01
Muestra 2	0 – 5	1.10
Muestra 3	0 – 5	1.07
Muestra 4	0 – 5	1.10
Muestra 5	0 – 5	1.03
Muestra 6	0 – 5	0.96
Promedio	0 – 5 cm	1.05 g/cm³

5.2.1 Resistencia a la penetración

La resistencia a la penetración es descrita por algún comportamiento mecánico o de ruptura. Baver (1980), define la resistencia a la penetración como un índice integrando a la compactación del suelo, contenido de humedad, textura y tipo de mineral de arcilla (CENEMA, 2007).

La determinación la resistencia a la penetración del suelo se realizo en lo primeros 5 cm en cada una de las parcelas y las lectura obtenidas (Cuadro 6) fueron convertidas a kg con la ayuda de tablas del manual del penetrómetro y el área del cono del penetrómetro es de 6.34 cm².

Cuadro 6. Resistencia a la penetración en relación a la cobertura vegetal.

Disco con muescas (Campo uno)		Disco liso (Campo dos)	
Cobertura (%)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)	Cobertura (%)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
0	8.92	0	6.92
30	9.65	30	8.61
60	7.76	60	8.83
100	7.64	100	7.67
Promedio	8.49 kg/cm²	Promedio	8.01 kg/cm²

La resistencia a la penetración en el campo uno (disco con muescas) y del campo dos (disco liso) muestran una diferencia de 0.48 kg/cm². La compactación del suelo es mayor en el campo uno.

5.2.2 Cobertura vegetal

La cantidad de residuo de sorgo para cubrir con una cobertura vegetal de 30, 60 y 100 % por hectárea es de 1605, 3210 y 5350 kg respectivamente.

5.2.3 Corte de residuo

Al momento de la evaluación la eficiencia del corte de los discos de la sembradora se observó un mejor corte del disco con muescas con relación al disco liso (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de corte de residuo por los discos de la sembradora.

Disco con muescas (Campo uno)		Disco Liso (Campo dos)	
Cobertura %	Porcentaje de corte (%)	Cobertura %	Porcentaje de corte (%)
0	100.00	0	100.00
30	92.18	30	71.48
60	90.71	60	69.10
100	90.65	100	59.45
Promedio	93.38 %	Promedio	75.01 %

Con los datos obtenidos en campo se realizó el análisis de varianza (Cuadro 8) obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 8. SPSS referente al corte de residuo de los dos discos.

Source	Type III sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2949.297 ^a	5	589.859	8.057	0.002	0.770
Intercept	112134.272	1	112134.272	1531.708	0.000	0.992
Disco	2701.37	1	2701.370	36.900	0.000	0.755
Cobertura	146.529	2	73.264	1.001	0.396	0.143
Disco *						
Cobertura	101.398	2	50.699	0.693	0.519	0.103
Error	878.504	12	73.205			
Total	115962.073	18				
Corrected Total	3827.801	17				

a R Squared = .770 (Adjusted R Squared = .675)

Los resultados obtenidos indican que el trabajo realizado por los discos en las diferentes tazas de mantillos si tienen significancia en el tipo de disco utilizado para el corte de residuos.

5.2.4 Profundidad de la reja

La profundidad de penetración de la reja en el suelo esta función de la fuerza descendente y la resistencia del suelo, además de que esta varía por las condiciones de humedad en el suelo y cantidad de residuo.

En el Cuadro 9 se muestran la profundidad de la reja en cada uno de los campos donde se observa mayor profundidad con el disco muescado en comparación con el disco liso.

Cuadro 9. Profundidad de trabajo de la reja.

Disco con muescas (Campo uno)		Disco Liso (Campo dos)	
Cobertura %	Profundidad de la reja (mm)	Cobertura %	Profundidad de la reja (mm)
0	20.00	0	15.00
30	22.50	30	17.17
60	25.17	60	9.33
100	19.17	100	10.17
Promedio	21.71mm	Promedio	12.92 mm

De acuerdo a lo observado, se considera que la profundidad de trabajo de la reja es aceptable, así como la forma que esta deja en el suelo.

Con los datos de campo se realiza el análisis estadístico que se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. SPSS con respecto al análisis de profundidad de trabajo de la reja.

Source	Type III sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	658.073 ^a	7	94.010	1.161	0.377	0.337
Intercept	7193.344	1	7193.344	88.852	0.000	0.847
Disco	463.760	1	463.760	5.728	0.029	0.264
Cobertura	80.365	3	26.788	0.331	0.803	0.058
Disco * Cobertura	113.948	3	37.983	0.469	0.708	0.081
Error	1295.333	16	80.958			
Total	9146.750	24				
Corrected Total	1953.406	23				

a R Squared = .337 (Adjusted R Squared = .047)

Los resultados del análisis muestran que si existe significancia en el tipo de disco que se utilice para el corte de cobertura de residuos pues al no ser eficiente en el corte del residuo este provoca obstrucción delante de la reja lo que reduce la profundidad de trabajo de la misma.

5.2.5 Profundidad de siembra

La profundidad de la siembra es determinante para cualquier cultivo pues de esta depende en gran parte la germinación de la semilla.

La evaluación de la profundidad de siembra solo se realizó en parcelas que tenían cobertura vegetal, el Cuadro 11 muestra los valores de obtenidos en cada una de las parcelas. Donde se observa una mayor profundidad de siembra en parcelas con menor porcentaje de cobertura.

Cuadro 11. Profundidad de siembra.

Disco con muescas (Campo uno)		Disco Liso (Campo dos)	
Cobertura %	Profundidad de siembra (mm)	Cobertura %	Profundidad de siembra(mm)
30	22.5	30	15.17
60	15.25	60	3
100	2.5	100	10
Promedio	13.42 mm	Promedio	9.39 mm

El análisis estadístico realizado con los datos de campo (Cuadro 12) determina que si existe significancia con relación al porcentaje de cobertura, pues entre mayor sea el porcentaje de cobertura la profundidad de siembra es menor.

Cuadro 12. SPSS para análisis de profundidad de siembra.

Source	Type III sum of squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	609.277 ^a	6	101.546	4.014	0.026	0.707
Intercept	1617.000	1	1617.000	63.924	0.000	0.865
Disco	38.521	1	38.521	1.523	0.245	0.132
Cobertura	362.847	3	120.949	4.781	0.026	0.589
Disco *						
Cobertura	165.642	2	82.821	3.274	0.81	0.396
Error	252.958	10	25.296			
Total	2930.250	17				
Corrected Total	862.235	16				

a R Squared = 0.707 (Adjusted R Squared = 0.531)

5.2.6 Distancia entre semilla y fertilizante

El principal objetivo del abre surcos es la posibilidad de disturbar el suelo cubierto con residuos sobre la ranura para la conservación de la humedad así como la de manejar correctamente la colocación del fertilizante y la semilla al momento de la siembra.

El Cuadro 13 muestra la distancia entre la semilla y fertilizante donde se observa que esta no es uniforme, pues no se cuenta con el mecanismo adecuado para la caída de estos.

Cuadro 13. Distancia entre la semilla y el fertilizante.

Disco Acanalado (Campo uno)		Disco Liso (Campo dos)	
Cobertura %	Dist. entre sem. Y fert. (mm)	Cobertura %	Dist. entre sem. y fert. (mm)
30	16.25	30	23.00
60	10.00	60	45.00
100	20.00	100	13.33
Promedio	15.42 mm	Promedio	13.61mm

El Cuadro 14 se muestra el análisis muestra que si existe diferencia significativa de la cobertura y el tipo de disco pues al no cortar bien el residuo de cosecha este se acumula en la reja lo que no permite que la semilla y el fertilizante caiga sobre bien preparado o disturbado.

Cuadro 14. SPSS análisis de distancia entre el fertilizante y la semilla.

Source	Type III sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	144.875 ^a	6	24.146	0.296	0.925	0.151
Intercept	2269.498	1	2269.498	27.842	0.000	0.736
Disco	54.187	1	54.187	0.665	0.434	0.062
Cobertura	90.247	3	30.082	0.369	0.777	0.100
Disco *						
Cobertura	25.113	2	12.557	0.154	0.859	0.030
Error	815.125	10	81.513			
Total	3408.000	17				
Corrected Total	960.000	16				

a R Squared = 0.151 (Adjusted R Squared = 0.359)

Los análisis realizados con el programa SPSS se realizaron con una confiabilidad del 95% con un 5% de error por lo cual todos estos son considerados como significativos.

5.2.7 Cubrimiento de la semilla

El cubrimiento de la semilla y el fertilizante se determino como regular en relación al contacto con el suelo pues la cobertura vegetal no es buena ya que la línea de siembra quedo descubierta expuesta al sol y al viento lo que ocasionara la perdida de agua y suelo.

5.2.1 Observaciones en la evaluación.

❖ Disco de corte

Al momento del corte se observo que los residuos cortados quedaban introducidos en la línea de corte, esto por el contenido de humedad que se tenía en las parcelas o bien por las condiciones del residuo, esto puede significar un problema para el abridor de surcos. En el campo dos con disco liso, parcelas, I, IV, y VIII (Cuadro 4).

❖ Reja

Como efecto los diferentes porcentajes de mantillos utilizados se observo obstrucción del residuo de paja (poca, mediana y mucha) lo que disminuye la profundidad de trabajo del la reja esto en las parcelas 3,6 y 7 del campo uno con disco muescado (Cuadro 3) y en las parcelas II, IV, VII, VIII, XI y XII del campo dos con disco liso (Cuadro 4).

❖ Motocultor

Se presentaron problemas al momento de la evaluación pues no se contaba con la suficiente potencia del motocultor lo que interrumpía la evaluación en las parcelas con mayor humedad y relieve diferente. Esto en los dos campos por lo que se opto por poner mas peso al motocultor.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos en el proyecto. Se realizó el diseño y construcción de los elementos principales de la sembradora de conservación para hortalizas acoplada al motocultor. La construcción de la sembradora es fácil y sencillo si se cuenta con el material y las herramientas adecuadas.

El desempeño de los elementos de trabajo de la sembradora es variada para cada uno en los diferentes porcentajes de cobertura.

El porcentaje de corte de residuos realizada por el disco con muescas no se vio afectada por el porcentaje de cobertura en general este fue bueno en todos los porcentajes de cobertura de residuo a comparación del disco liso donde si afecto el porcentaje de residuos. Por lo cual se recomienda trabajar con un disco de corte con muescas para que el corte de los residuos sea eficiente y no obstruya la reja.

El diseño y construcción de la reja permite depositar la semilla y el fertilizante en el suelo a una profundidad variada, el trabajo de la reja en mantillos del 100% provoca demasiada obstrucción de la cobertura lo que disminuye la profundidad de siembra. Se puede recomendar el diseño de una nueva reja con metal o placas más delgadas y con la parte frontal más alta y larga para que no exista tanta obstrucción de residuos o en definitiva trabajar en porcentajes de cobertura no mayores del 60 %.

El cierre de la línea de surcos realizada por las ruedas de prensar es bueno pues permite un buen contacto de la semilla y el fertilizante con el suelo húmedo lo que permitirá a la semilla iniciar el proceso de germinación en teoría. Con observaciones de que la línea de siembra no queda cubierta con residuos de cosecha lo que deja expuesto el suelo con la posibilidad de la pérdida de agua. Se recomiendan. Unas ruedas de prensar mas anchas o bien unas cadenas o dedos flexibles que permitan arrastrar residuos a la línea de siembra.

La utilización de estos elementos en las sembradoras en general permiten llevar acabo la siembra de semillas en terrenos agrícolas con residuos de cosecha que posibilitan conservar y disminuir el deterioro del suelo.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arreola, T.J.M., L.E. Fregoso T., M. Peñalva B. y H. Escoto R. (2005a). Optimización del riego Superficial y la Fertilización Nitrogenada bajo Siembra Directa en Suelos Vertisoles en Guanajuato, Mexico. In Sanchez-Brito et al., (Eds.). Libro tecnico Nu. 3 CENAPROS-INIFAP. Junio 2005. Morelia, Mich., Mexico.*
- Baker, C.J., Saxton, K.E. y Ritchi, W.R., 1996. No-tillage Seeding, Science and Practice, CAB International, Oxon, United Kingdom.*
- Bodas Gonzalez, V., 2002. Técnicas de siembra directa. Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural. CITAL, S.A.*
- CENEMA, 2007. Propuesta de norma de evaluación de implementos de labranza vertical.(Borrador en revisión)*
- Carter, M.R. (Ed.), 1994. Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems: Development and Adaptation to Soil, Climatic, and Biological Constraints. Lewis Publishers.*
- Cervantes Contreras H., 2001. Evaluación de la sembradora MP-25 para mínima labranza en cuatro niveles de mantillo y en dos contenidos de humedad del suelo. Tesis Ing. Mecánico Agrícola. Departamento de Maquinaria Agrícola. U.A.A.A.N. México.*

Claveran Alonso, R., Fregoso Tirado, L.E. y Sánchez Brito, C. 2001. Labranza de Conservación en México. INIFAP, CNIPS. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid, 1-5 October 2001.

Cortes Flores N. 2005. Construcción de un dosificador de semillas hortícolas para la siembra en charolas de germinación Tesis de Ing. Mecánico Agrícola. Departamento de Maquinaria Agrícola. U.A.A.A.N. México.

E-local, 2008. Estado de Coahuila, Saltillo. Enciclopedia de los municipios de México.

FAO, 2007. Siembra Directa. Maquinaria, Herramientas y Equipo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Figuroa Sandoval, B y F Morales Flores. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Colegio de posgraduados. Texcoco, Edo. De México. 1994.

Galván Castillo, F., 2007. La labranza de conservación en Guanajuato. Secretaria de desarrollo agropecuario. Gobierno del estado de Guanajuato.

García Hernández, J.L., Troyo Diéguez, E., Maurillo Amador, B. y Nieto Garibay, A., 2000. Apuntes de labranza mínima y labranza de conservación. Centro de investigaciones biológicas del noroeste S.C. (CIBNOR). Pag. 11 - 13

García Hernández M. A. 2000. Labranza cero de conservación Y la maquinaria agrícola utilizada en algunas regiones de México. Monografía Ing. Mecánico Agrícola. Departamento de Maquinaria Agrícola. U.A.A.A.N. México.

- Hernández X., E. 1998. La agricultura tradicional en Mexico. Comercio Exterior, Vol. 38, Num. 8. Mexico.*
- Hernanz Martos, J. L., 2006. Sistemas y elementos de las máquinas de siembra directa. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.*
- Norton, R.L., 1999. Diseño de maquinas, 1ª edición, Ed. Prentice-Hall, Mexico.*
- Martínez Ruiz, A., 2002. Labranza de conservación. "Un sistema de producción sustentable". Centro de desarrollo tecnológico de Villadiego. FIRA.*
- Martinez Ruiz, A., 2007. Evolución y perspectiva de la labranza de conservación en México. Centro de desarrollo tecnológico "Villadiego" FIRA.*
- Ortiz V., B. y Ortiz S., C. 1980. Edafología. 3ª ed. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo., de México. México.*
- SAGARPA, 2005. Campo experimental Uruapan, Guía técnica para producir maíz bajo labranza en Michoacán.*
- Santos Escamilla, A., 1996. Diseño, construcción y evaluación de una sembradora de hortalizas accionada manualmente. Tesis ingeniero agrónomo en maquinaria agrícola. U.A.A.A.N. México.*
- Shingley E, Joseph. D. y Mischke R.C., 1990. Diseño en ingeniería mecánica. 5ª Edición, Ed. Mc Graw Hill.*

Siller Cepeda, J. H., 2005. Situación actual de la industria hortofrutícola en México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

PAGINAS WEB CITADAS

http://www.libroblancoagricultura.com/libroblanco/jautonomica/c_mancha/comunicaciones/bodas.pdf.

(Consultada el 04/03/2008)

<http://www.ecaf.org/documents/claveran.pdf>.

(Consultada el 19/09/2007).

<http://www.E-local.gob.mx/work/templates/enciclo/coahuila/mpios/05030a.htm>

(Consultada en 24/02/2008).

<http://www.fao.org/ag/ca/es/3g.html>

(Consultada el 01/10/2007).

http://octi.guanajuato.gob.mx/gaceta/Gacetaideas/Archivos/15012006_NOTA EDITORIAL.pdf

(Consultad 03/03/2008)

<http://www.aeac-sv.org/pdfs/semb.pdf>.

(Consultada el 10/01/2008)

http://energia.guanajuato.gob.mx/gaceta/Gacetaideas/Archivos/15032006_EVOLUCION_PERSPECTIVA_LABRANZA_CONSERVACION_MEXICO.pdf

(Consultada el 05/03/2008)

http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/michoacan/inifap/maizbl_tdur.pdf

(Consultada el 04/03/2008).

http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_04.pdf

(Consultada el 02/02/2008)

Labranza convencional. Pagina web.

<http://www.fao.org/ag/agse/7mo/66/cap5.pdf>

(Consultada el 10/01/2008).

Imágenes.

<http://www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx?articulo=201>

(Consultada el 15/ 10/07).

VIII. ANEXOS

ANEXO I.

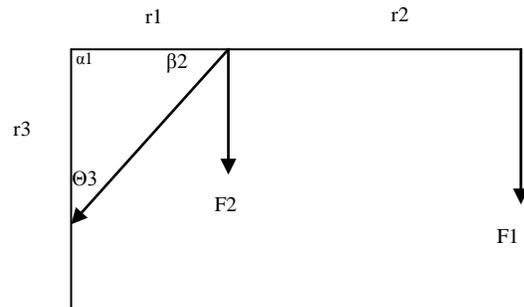
Determinación de la posición de los resortes de tensión en el polígono así como sus requerimientos. Resorte de tensión con carga.

Datos

$$F_1 = 40 \text{ kg} \quad r_1 = 10 \text{ cm}$$

$$r_2 = 30 \text{ cm} \quad r_3 = 20 \text{ cm}$$

$$\alpha_1 = 130$$



Determinar F2

$$F_1 * r_2 = F_2 * r_1$$

$$F_2 = \frac{F_1 * r_2}{r_1}$$

$$F_2 = \frac{40 * 30}{10} = 120 \text{ kg}$$

Determinar r4

$$r_4 = \sin 130 \quad r_1$$

$$r_4 = \sin 130 * 10 = 7.7 \text{ cm}$$

Determinar r3₁

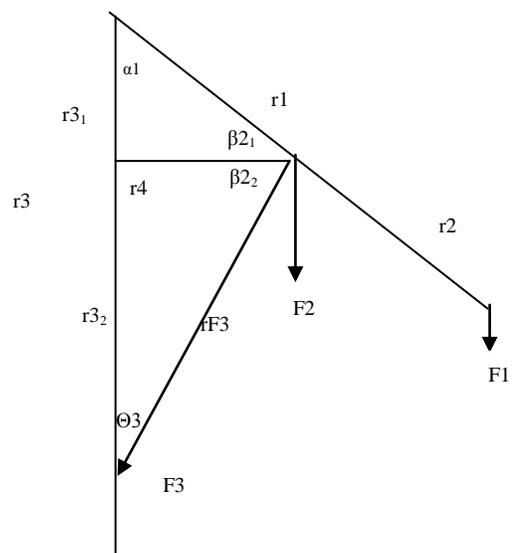
$$r_{3_1} = \cos 130 \quad r_1$$

$$r_{3_1} = \cos 130 * 10 = -6.4 \text{ cm}$$

Determinar r3₂

$$r_{3_2} = r_3 - r_{3_1}$$

$$r_{3_2} = 20 - (-6.4) = 26.4 \text{ cm}$$



Determinar el ángulo β_{2_1}

$$\tan \beta_{2_1} = \frac{r_{3_1}}{r_4} \quad \beta_{2_1} = \left(\frac{-6.4}{7.7}\right) \tan^{-1} \quad \beta_{2_1} = -39.7^\circ$$

Determinar el ángulo β_{2_2}

$$\tan \beta_{2_2} = \frac{r_{3_2}}{r_4} \quad \beta_{2_2} = \left(\frac{26.4}{7.7}\right) \tan^{-1} \quad \beta_{2_2} = 73.8^\circ$$

Determinar el ángulo β_2

$$\beta_2 = \beta_{2_1} + \beta_{2_2} \quad \beta_2 = -39.7 + 73.8 \quad \beta_2 = 34.1^\circ$$

Determinar el ángulo θ_3

$$\theta_3 = 180 - \alpha_1 - \beta_2 \quad \theta_3 = 180 - 130 - 34.1 \quad \theta_3 = 15.9^\circ$$

Determinar la F3

$$F_3 = \frac{F_2}{\cos \theta} \quad F_3 = \frac{120}{\cos 15.9^\circ} \quad F_3 = 124.77 \text{ kg}$$

Determinar r_{F3_1} , deformación máxima del resorte de tensión

$$r_{F3} = \sqrt{r_{3_2}^2 + r_4^2} \quad r_{F3} = \sqrt{26.4^2 + 7.7^2} \quad r_{F3} = 27.5 \text{ cm.}$$

Con un valor de alfa uno de 60. Resorte de tensión sin carga.

$$\alpha_1 = 60^\circ$$

Determinar r_4

$$r_4 = \sin 60 \quad r_1$$

$$r_4 = \sin 60 * 10 = 8.7 \text{ cm}$$

Determinar r_{3_1}

$$r_{3_1} = \cos 60 \quad r_1$$

$$r_{3_1} = \cos 60 * 10 = 5.0 \text{ cm}$$

Determinar r_{3_2}

$$r_{3_2} = r_3 - r_{3_1}$$
$$r_{3_2} = 20 - 5 = 15 \text{ cm}$$

Determinar el ángulo β_{2_1}

$$\text{Tan } \beta_{2_1} = \frac{r_{3_1}}{r_4} \quad \beta_{2_1} = \left(\frac{5}{8.7}\right) \text{Tan}^{-1} \quad \beta_{2_1} = 29.9$$

Determinar el ángulo β_{2_2}

$$\text{Tan } \beta_{2_2} = \frac{r_{3_2}}{r_4} \quad \beta_{2_2} = \left(\frac{15}{8.7}\right) \text{Tan}^{-1} \quad \beta_{2_2} = 59.9^\circ$$

Determinar el ángulo β_2

$$\beta_2 = \beta_{2_1} + \beta_{2_2} \quad \beta_2 = 29.9 + 59.9 \quad \beta_2 = 89.8^\circ$$

Determinar el ángulo θ_3

$$\theta_3 = 180 - \alpha_1 - \beta_2 \quad \theta_3 = 180 - 60 - 89.8 \quad \theta_3 = 30.2^\circ$$

Determinar la F_3

$$F_3 = \frac{F_2}{\cos \theta} \quad F_3 = \frac{120}{\cos 30.2^\circ} \quad F_3 = 138.8 \text{ kg}$$

Determinar r_{F3_2} , resorte sin tensión

$$r_{F3} = \sqrt{r_{3_2}^2 + r_4^2} \quad r_{F3} = \sqrt{15^2 + 8.7^2} \quad r_{F3} = 17.3 \text{ cm.}$$

Determinar F_n (extensión del resorte de tensión)

$$F_n = r_{F3_1} - r_{F3_2} \quad F_n = 27.5 - 17.3 \text{ cm} \quad F_n = 10.2 \text{ cm}$$

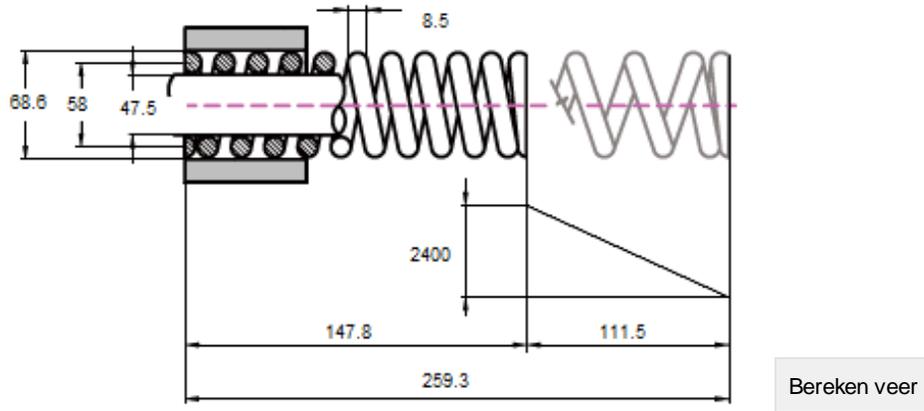
Las necesidades del resorte de tensión en el polígono son; 138.8 kg o bien 1361.6 N para toda la maquina. La distribución de esta fuerza o masa se realiza en dos polígonos por lo tanto se requieren dos resortes de tensión cada uno de 69.4 kg o 680.8 N. El resorte se tensara 10.2 cm.

Resorte de compresión

F_n (Fuerza) = 2400 N.

f_n (compresión del resorte) = 111.5 mm.

D_m (diámetro medio) = 58 mm.



Berekend	Materiaal	F_n	f_n	D_m	d	n_w	L_o	L_n	A_s	Bus	C	Aantal	Aanvragen
	Verenstaal	2400	111.5	58	8.5	12.7	259.3	147.8	47.5	68.6	21.52	<input type="text" value="1"/>	

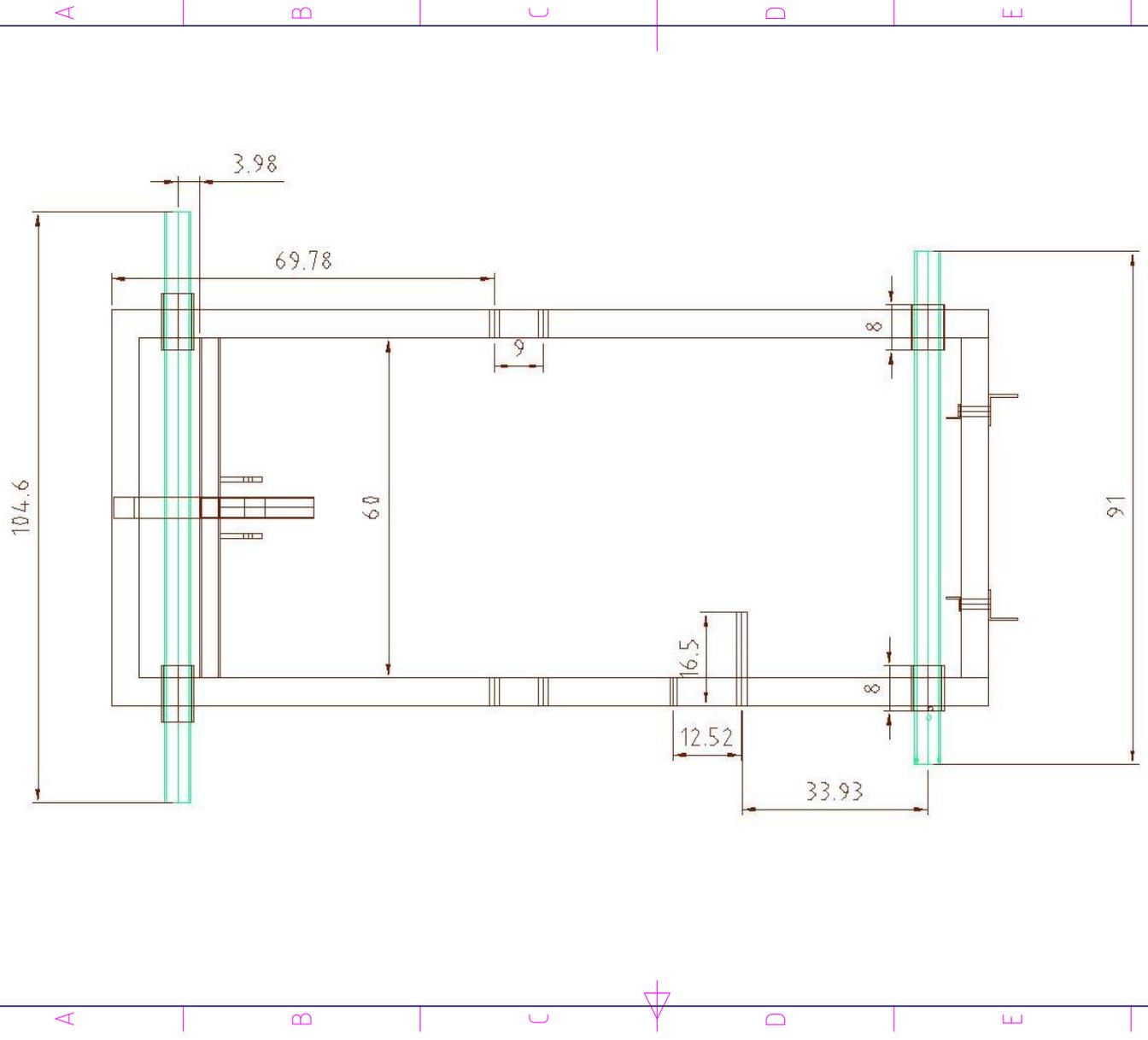
Pagina web. <http://www.alcomexveren.nl/Drukveer.aspx>

Las necesidades del resorte de compresión para el disco de corte; 244 kg o bien 2400 N para toda la máquina. El resorte tendrá una compresión de 111.5 mm.

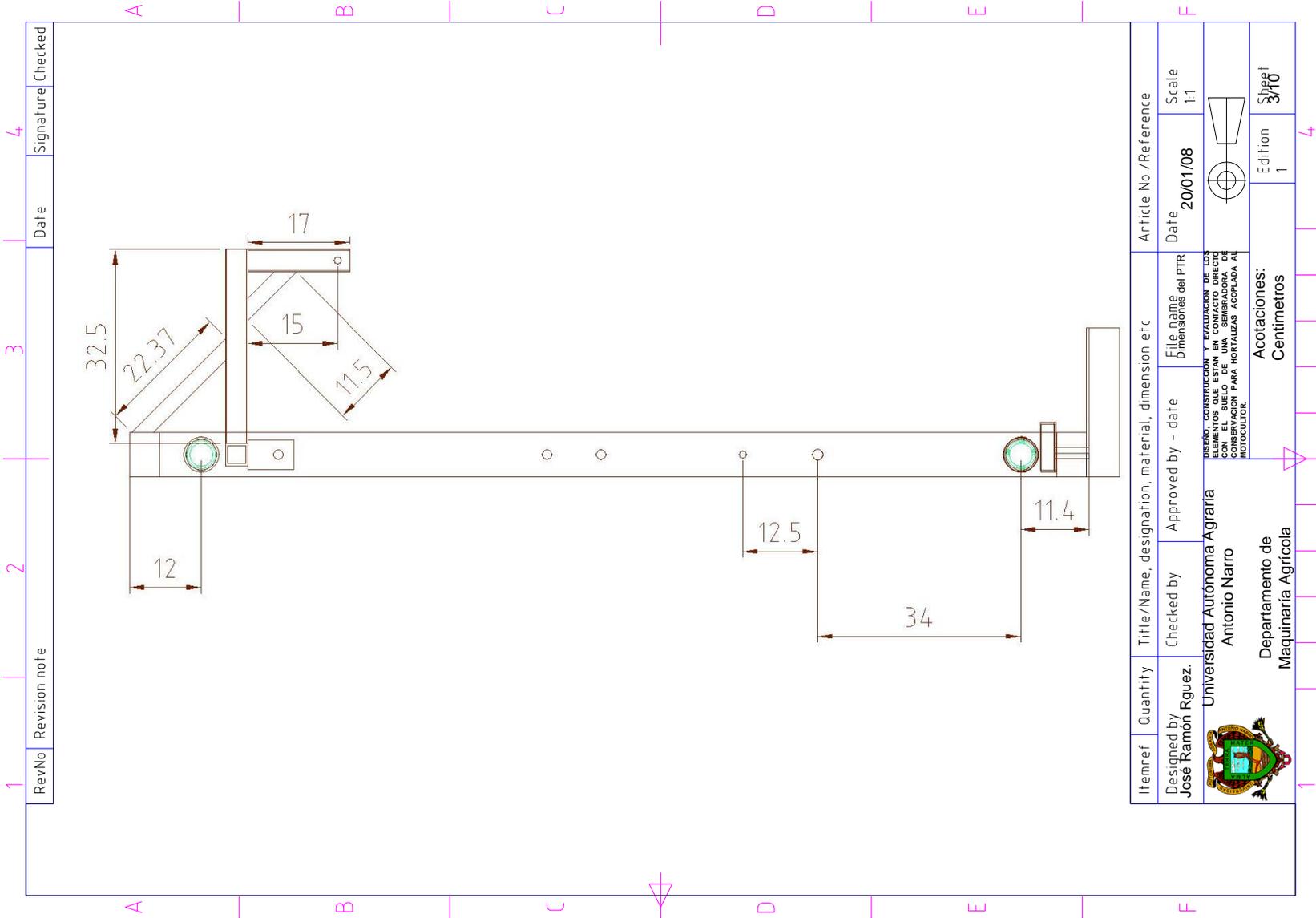
ANEXOS II



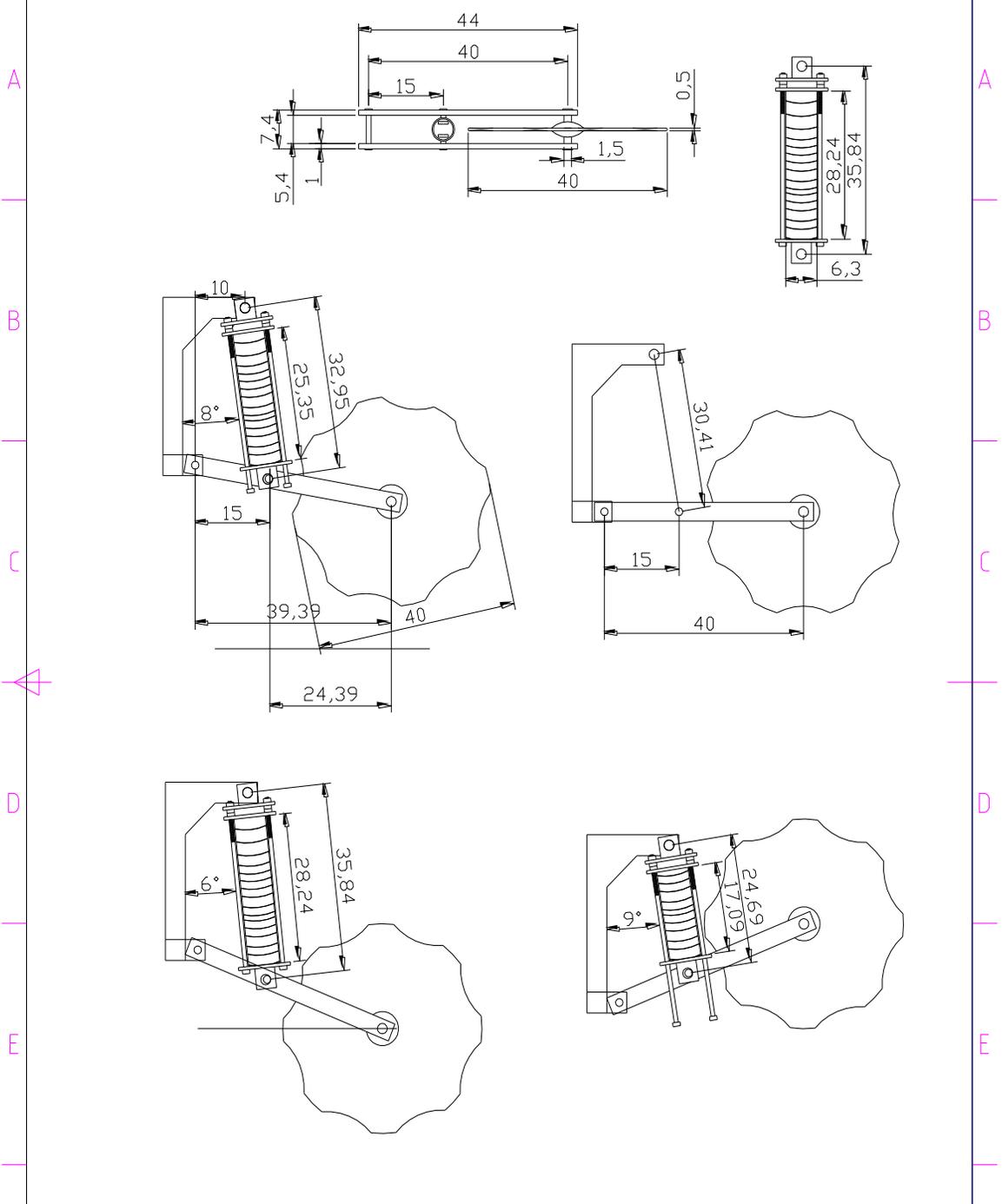
1	RevNo	Revision note	2	3	4	Signature	Checked
---	-------	---------------	---	---	---	-----------	---------



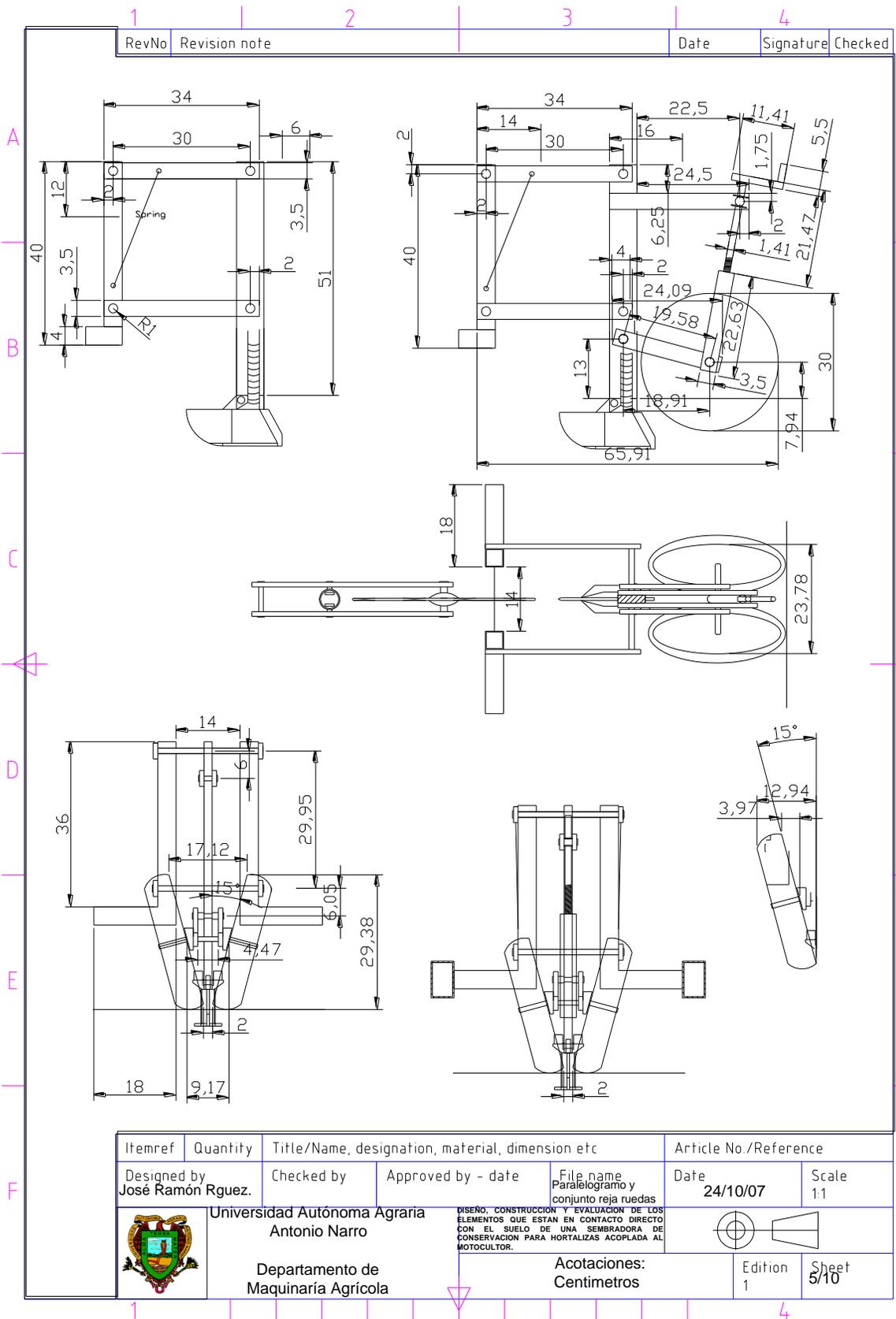
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Approved by - date	Date 20/01/08
		File name de los diseños	Scale 1:1
Departamento de Maquinaria Agrícola		DISEÑO: CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.	
Acotaciones: Centimetros			Edition 1
			Sheet 2/10

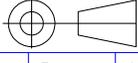


1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature
			Checked

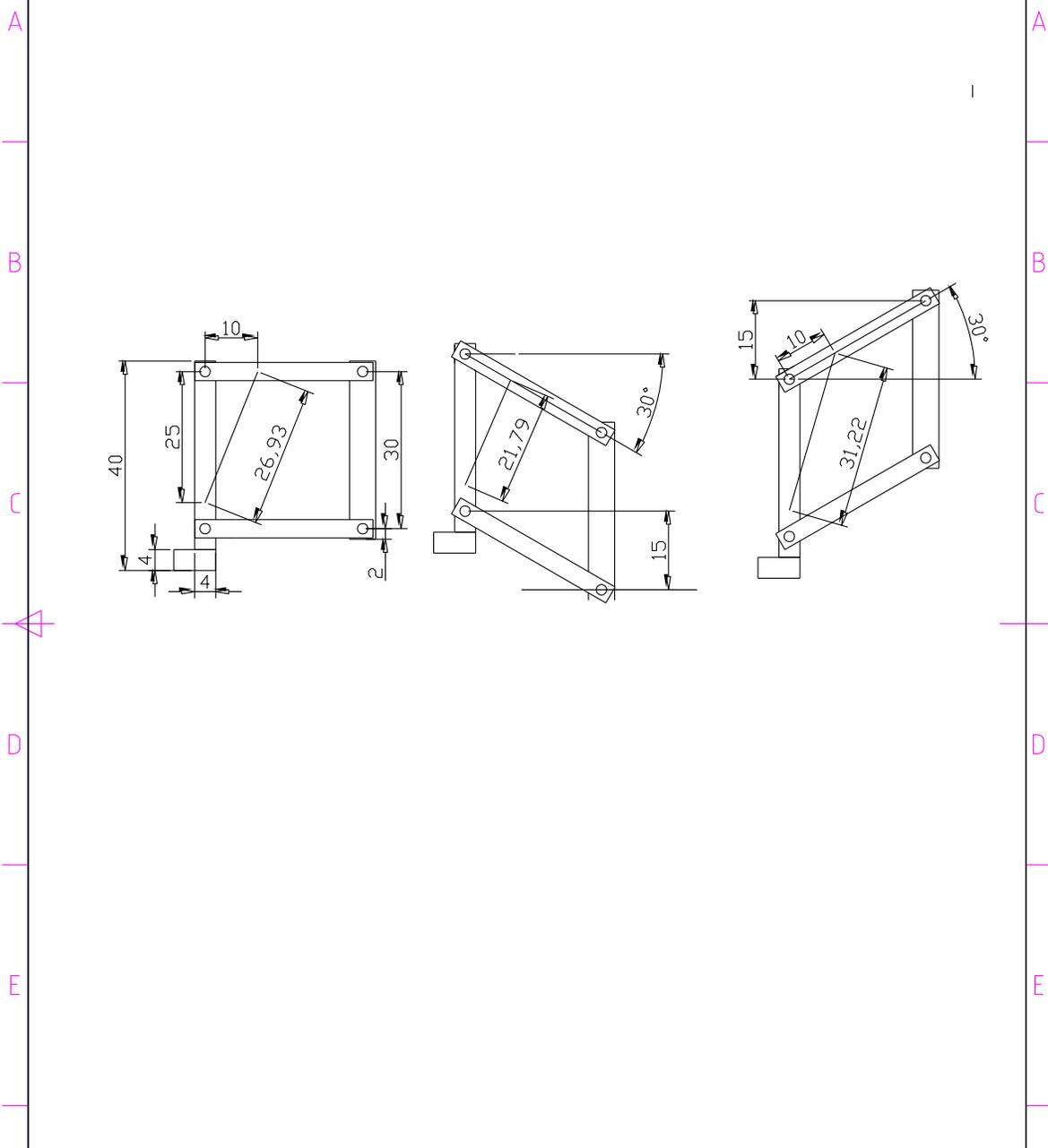


Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by	Approved by - date	File name Disco de corte y resorte de compresion	Date 15/10/07	Scale 1:1
	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro		<small>DISEÑO: CONSTRUCCION Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.</small>		
	Departamento de Maquinaria Agrícola		Acotaciones: Centímetros	Edition 1	Sheet 4/10



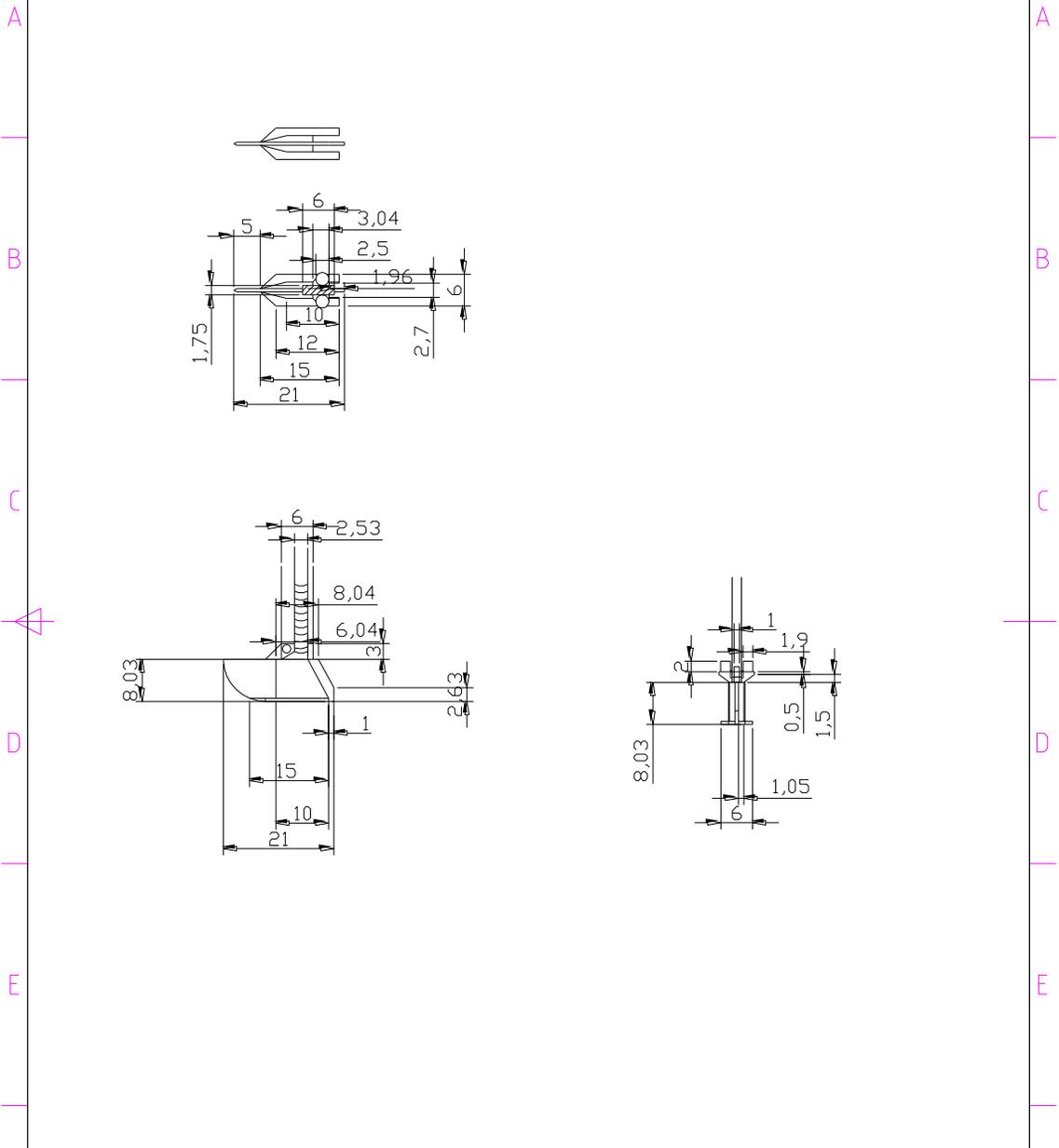
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by	Approved by - date	File name Paralelogramo y conjunto reja ruedas	Date 24/10/07	Scale 1:1	
	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro					
Departamento de Maquinaria Agrícola			Acotaciones: Centímetros			Edition 1

1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature
			Checked

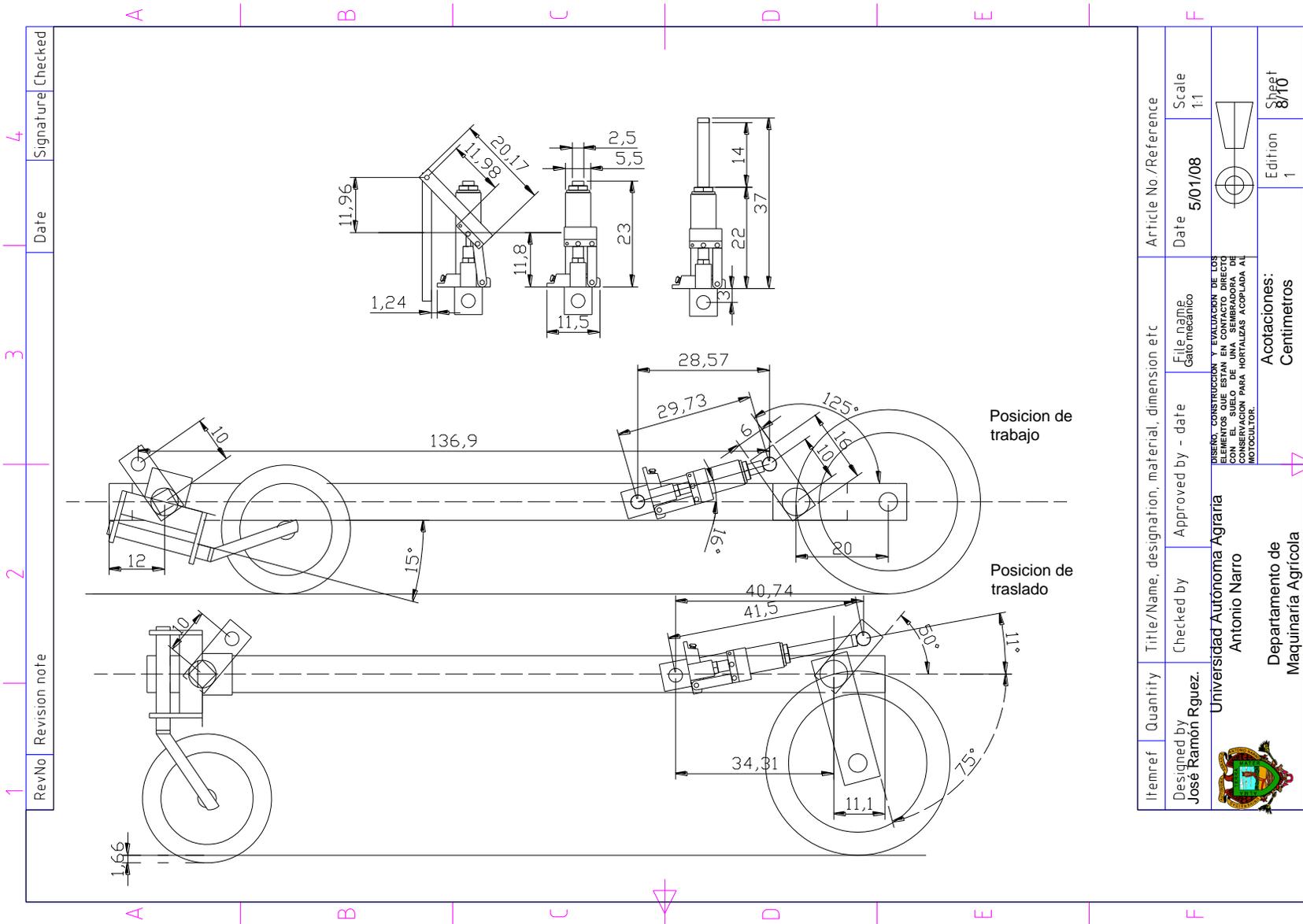


Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by	Approved by - date	File name Ubicación del resorte de tensión	Date 25/9/07	Scale 1:1
	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro		DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.		
Departamento de Maquinaria Agrícola		Acotaciones: Centímetros		Edition 1	Sheet 6/10

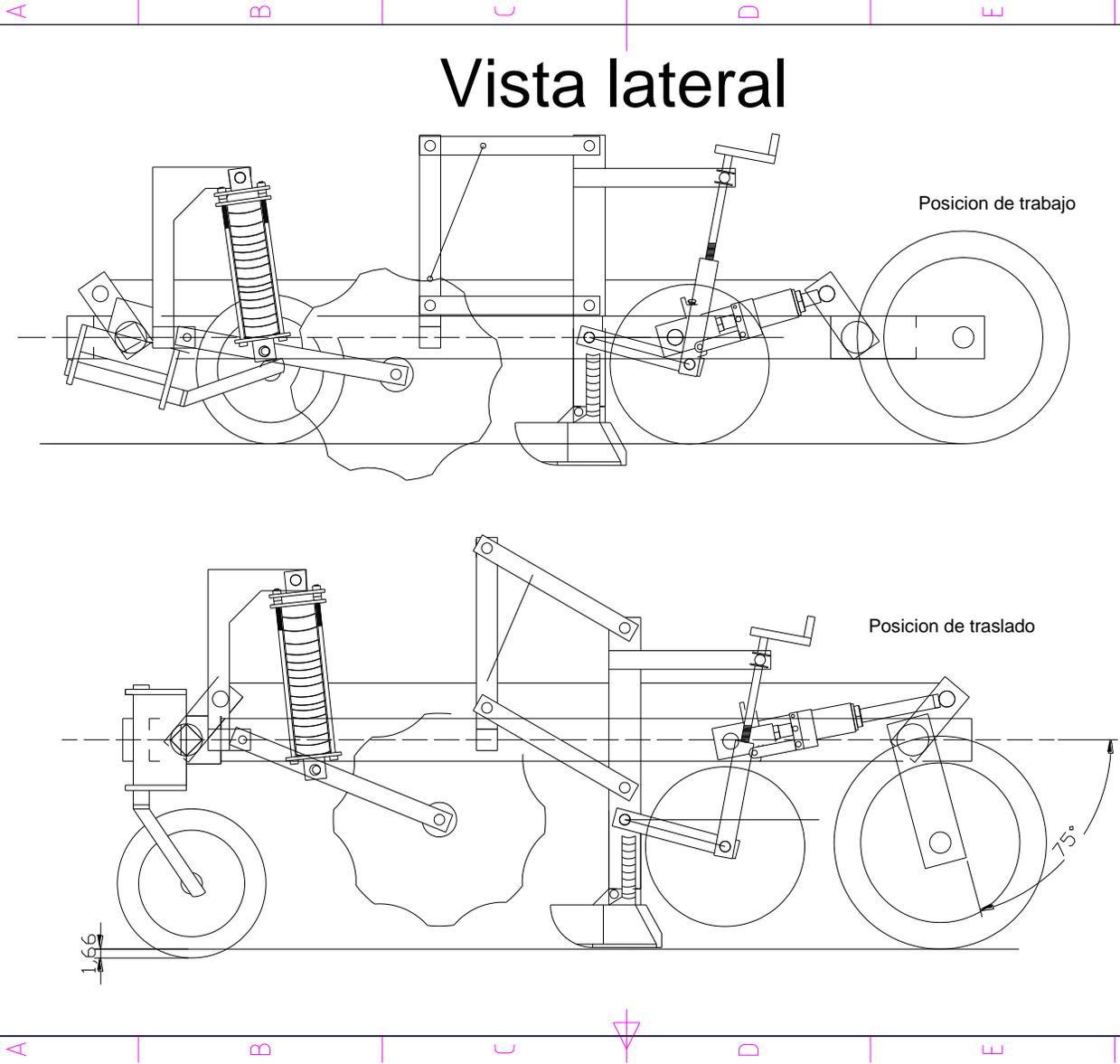
1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No /Reference	
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by	Approved by - date	File name Reja	Date 22/9/07	Scale 1:1
	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro		DISEÑO: CONSTRUCCION Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.		
Departamento de Maquinaria Agrícola			Acotaciones: Centímetros	Edition 1	Sheet 7/10



1	RevNo	Revision note	3	Date	Signature	Checked
2						
4						



Vista lateral

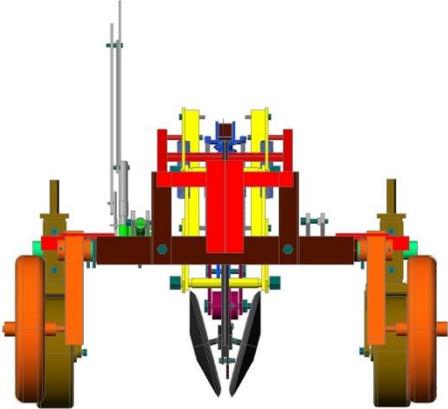
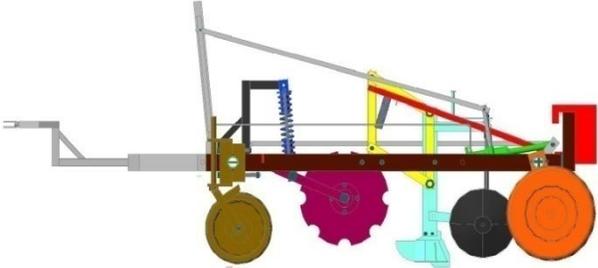
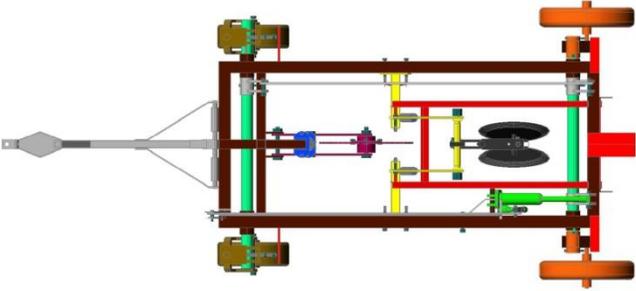
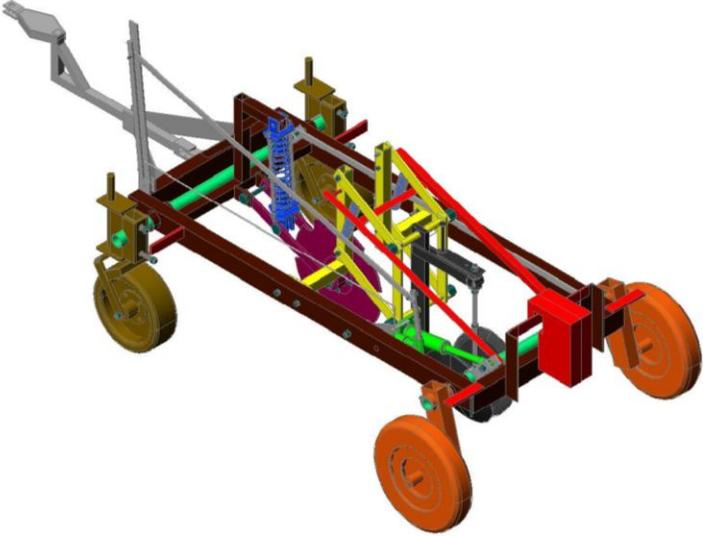
Posicion de trabajo

Posicion de traslado

166

75°

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Approved by - date Filipe Angulo Trabajo de traslado	Date 5/02/08
		DISEÑO - CONSTRUCCION Y EVALUACION DE LOS ELEMENTOS QUE ESTAN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO DE UNA SEMBRADORA DE COMERCIALIZACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTORCULTOR.	
Departamento de Maquinaria Agrícola		Acotaciones: Centimetros	Edition 1
			Scale 1:1
			Sheet 9/10

1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature Checked
			
			

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by José Ramón Rguez.	Checked by Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Approved by - date	Date 10/03/08
	Departamento de Maquinaria Agrícola	File Name Prototipo terminado	Scale 1:1
		DISEÑO: CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES EN UN SEMBRADOR DE CONSERVACION PARA HORTALIZAS ACOPLADA AL MOTOCULTOR.	
		Acotaciones: Centimetros	Edition 1
			Sheet 10/10

ANEXO III

Textura de la parcela.

Textura (%)		
Arena	Arcilla	Limo
34	31	35

Suelo migajón arcilloso

Densidad aparente de la parcela

Muestra	Suelo seco con frasco (g)	Peso del frasco (g)	Peso del suelo (g)	Densidad aparente (g/cm ³)
Parcela 1	186.6	85.6	101	1.01
Parcela 2	198.1	88.9	109.2	1.10
Parcela 3	195.5	89.2	106.3	1.07
Parcela 4	195.2	85.2	110	1.10
Parcela 5	192.4	89.3	103.1	1.03
Parcela 6	184.7	88.8	95.9	0.96
Promedio				1.05

Da = densidad aparente

$$Da = m_a/v_t$$

ma = masa de sólidos

vt = volumen total

altura = 5.11 cm

radio = 2.491 cm

ma = peso del suelo seco

$\pi = 3.1416$

$$v_t = \pi * h * r^2$$

vt = 99.61 cm³

Campo uno, disco con muesca

Determinación del contenido de humedad.

% de cobertura	Profundidad (cm)	Suelo húmedo (g)	Suelo seco (g)	% de humedad
0	0-5	111.3	84.5	31.72
30	0-5	113.6	94	20.85
60	0-5	111.6	91.5	21.97
100	0-5	113	93.8	20.47
Promedio				23.75

Se tomaron muestras de las parcelas que tuviesen la misma tasa de cobertura.

Porcentaje de residuo cortado.

# de parcela	% de cobertura	% de corte	promedio
2	0	100	100
10	0	100	
12	0	100	
1	30	93.1	92.18
8	30	87.94	
11	30	95.5	
4	60	91.4	90.71
5	60	95.14	
9	60	85.59	
3	100	85.71	90.65
6	100	93.85	
7	100	92.38	

Datos obtenidos en campo para determinar la profundidad de la reja.

# de parcela	% de cobertura	Profundidad de la reja (mm)	Promedio (mm)
2	0	15	20.00
10	0	17.5	
12	0	27.5	
1	30	27	22.50
8	30	22.5	
11	30	18	
4	60	45	25.17
5	60	12.5	
9	60	18	
3	100	27.5	19.17
6	100	5	
7	100	25	

Datos obtenidos para determinar la profundidad de siembra.

# de parcela	% de cobertura	Profundidad de siembra (mm)	Promedio (mm)
2	0		
10	0		
12	0		
1	30	27	22.5
8	30		
11	30	18	
4	60		15.25
5	60	12.5	
9	60	18	
3	100		2.5
6	100		
7	100	2.5	

Nota: los espacios en blanco no se realizo la prueba con semilla.

Distancia entre la semilla y el fertilizante.

# de parcela	% de cobertura	Distancia entre semilla y fertilizante (mm)	Promedio (mm)
2	0		
10	0		
12	0		
1	30	17.5	16.25
8	30		
11	30	15	
4	60		10
5	60	5	
9	60	15	
3	100		20
6	100		
7	100	8	

Nota: los espacios en blanco no se realizo la prueba, el fertilizante se sustituyo por semilla para una mejor visibilidad.

Resistencia a la penetración.

# de parcela	% de cobertura	Lectura	Pounds	Newton	Kilogramos
2	0	247	81	359	36.65
10	0	391	127	567	57.82
		504	164	730	74.44
12	0	388	127	563	57.38
1	30	276	90	401	40.92
8	30	503	164	729	74.29
11	30	452	147	655	68.26
3	60	434	141	629	64.15
5	60	289	94	420	42.83
9	60	274	90	398	40.62
4	100	356	116	517	52.68
6	100	316	103	459	46.8
7	100	309	101	449	45.77

Campo dos, disco liso

Determinación del contenido de humedad.

% de cobertura	Profundidad (cm)	Suelo Húmedo (g)	Suelo Seco (g)	% de Humedad.
0	0-5	110.2	92.8	18.75
30	0-5	98.1	80.3	22.17
60	0-5	112	93.8	19.40
100	0-5	106.3	91.3	16.43
Promedio				19.19

Porcentajes obtenidos sobre el corte de residuos paja de sorgo.

# de parcela	% de cobertura	% de corte	promedio del % de corte
VI	0	100	100
IX	0	100	
X	0	100	
II	30	66.67	71.48
IV	30	86.67	
VII	30	61.11	
I	60	60	69.10
III	60	75.86	
V	60	71.43	
VIII	100	46.15	59.45
XI	100	67.5	
XII	100	64.71	

Datos obtenidos en campo para determinar la profundidad de la reja.

# de parcela	% de cobertura	Profundidad de la reja (mm)	Promedio (mm)
VI	0	15	15.00
IX	0	19	
X	0	11	
II	30	22	17.17
IV	30	11.5	
VII	30	18	
I	60	9	9.33
III	60	16	
V	60	3	
VIII	100	17.5	10.17
XI	100	5	
XII	100	8	

Datos obtenidos para determinar la profundidad de siembra.

# de parcela	% de cobertura	Profundidad de siembra (mm)	Promedio (mm)
VI	0	8	7
IX	0	8	
X	0	5	
II	30	18	15.17
IV	30	17	
VII	30	10.5	
I	60	4	3
III	60	2.5	
V	60	6.5	
VIII	100	20	10
XI	100	5	
XII	100	5	

Distancia entre la semilla y el fertilizante.

# de parcela	% de cobertura	distancia entre semilla y fertilizante	Promedio
VI	0	8	10.33
IX	0	5	
X	0	18	
II	30	17	23
IV	30	10.5	
VII	30	4	
I	60	2.5	4.5
III	60	6.5	
V	60	20	
VIII	100	5	13.33
XI	100	5	
XII	100	30	

Resistencia a la penetración.

# de Parcela	% de cobertura	Lectura	Pounds	newton	kilogramos
VII	0	246	80	355	36.41
IX	0	437	142	633	64.59
X	0	206	68	300	30.63
II	30	226	74	329	33.57
IV	30	533	173	772	78.7
VI	30	348	114	505	51.5
I	60	286	93	416	42.39
III	60	527	172	763	77.82
V	60	322	108	468	47.68
VIII	100	263	86	383	39.01
XI	100	406	132	589	60.03
XII	100	316	103	459	46.8