



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y
MEDIO AMBIENTE**

**“DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE SEMBRADORA
SEMI MECANICA DE CHUZO PARA MAIZ (*Zea mays*)”**

POR:

**ALEXANDER HUMBERTO SANDOVAL PORTILLO.
MAURO ENMANUEL MENJIVAR PALACIOS.
ROLDAN ERNESTO GOMEZ URBINA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2004.

14 11:45 AM

RESUMEN

El tema de investigación consiste en el Diseño, construcción y evaluación de una sembradora semi mecanizada para grano de maíz (Zea mays) ; por ser un trabajo íntimamente ligado a las ciencias de la mecánica y desarrollado en la facultad de ciencias agronómicas, se hizo necesario el estudio de conceptos propios de la mecánica, como por ejemplo: Consideraciones que se deben tomar para el diseño, proceso lógico para la construcción y la evaluación de maquinarias agrícolas, todos estos conceptos han sido incluidos dentro del documento para mayor entendimiento de estos procesos.

Luego de observar la problemática presente en las labores de siembra de los pequeños agricultores, como la de no contar con apoyo en la creación de tecnologías apropiadas que mejoren sus condiciones de trabajo, disminuyéndoles el esfuerzo físico para llevarlas a cabo, protegiéndolos de productos químicos peligrosos, realizando el trabajo sin deteriorar sus parcelas y que además sea de bajo costo, se iniciaron los procesos de caracterización de la labor de siembra, reconociendo una herramienta tradicional de fundamental importancia llamada “chuzo”.

Definido el principio de funcionamiento de la sembradora, el cual se traduce en el *movimiento de una placa semillera desplazándose sobre un sistema de riel, que transporta una semilla desde un deposito hasta la bota de siembra*, dejando claras algunas condiciones que esta tubo que reunir como: deposito con suficiente cantidad de semilla para evitar recargas continuas durante la labor, materiales capaces de resistir las condiciones a las que la maquina será sometida, adaptabilidad al chuzo tradicional para lograr aceptación por el agricultor, peso adecuado, reducción en la cantidad de semilla utilizada por área, contacto mínimo entre el agricultor y semilla.

Teniendo en claro estas condiciones se procedió a la formulación de bosquejos y planos con medidas a escala, haciendo la propuesta de los posibles materiales a usar en la creación de cada sistema, definiéndose 5 sistemas: Mecanismo accionador, Sistema dosificador, Tolva, Chasis, Bota de siembra. Utilizando diversos materiales como: madera, plástico, hierro, lamina galvanizada y algunos materiales reciclados; se construyeron prototipos de prueba utilizando el taller de mecaniza agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, y mano de obra artesanal, todo esto con el fin de determinar la funcionalidad de estos, y realizar las posibles modificaciones hasta llegar al resultado esperado.

Se conjuntaron los sistemas obteniendo el prototipo de la sembradora, se realizaron pruebas de laboratorio y visitas de campo para evaluaciones con agricultores, logrando mejorar los tiempos con las personas sin experiencia en comparación a la siembra de forma tradicional. Además de una buena aceptabilidad de parte de los agricultores, luego de todo este proceso se obtuvo la sembradora con las siguientes especificaciones: Peso de 4.45 lb, utilizando semilla Hs-5g tiene una eficiencia de descarga del 90%, Tolva con capacidad de 1.5 lb., posibilidad de sembrar 350 m² con una sola carga utilizando 1 semilla por postura y distanciamiento de 0.20 ×

0.80 m., Adaptable a condiciones de ladera y en terrenos planos, funcionamiento optimo en terrenos con humedades menores de 48%, se puede usar en terrenos con o sin preparación, fácil transporte, evita el contacto directo entre el agricultor y la semilla tratada con plaguicidas, es totalmente desmontable y de fácil mantenimiento, precio de \$ 37. 68.

INDICE.

- 1. INTRODUCCION
- 2. MARCO TEORICO
 - 2.1. Proceso de diseño de piezas y maquinas
 - 2.1.1. Metodología para el diseño
 - 2.1.2. Consideraciones básicas para el diseño
 - 2.2. Construcción de maquinas
 - 2.2.1. Toma de decisiones racional
 - 2.3. Prueba y evaluación de maquinas
 - 2.3.1. Prueba
 - 2.3.2. La etapa de desarrollo
 - 2.3.3. Los beneficiados de los reportes
 - 2.3.4. Evaluación
 - 2.4. Tecnificación del sector agropecuario
 - 2.4.1. La revolución verde
 - 2.5. Clasificación de labranza
 - 2.5.1. Labranza convencional
 - 2.5.1.1. Características para mecanización
 - 2.5.1.2. Labranza primaria
 - 2.5.1.3. Labranza secundaria
 - 2.5.2. Labranza de conservación
 - 2.5.3. Labranza cero
 - 2.5.4. Labranza mínima
 - 2.6. Sistemas de producción agrícola en El Salvador
 - 2.6.1. La agricultura en laderas
 - 2.6.2. Sistema mecanizado
 - 2.6.3. Sistema semi mecanizado
 - 2.6.3.1. Tracción animal
 - 2.6.4. Siembra directa con chuzo
 - 2.6.5. Efectos por el uso de plaguicidas en la salud humana y medio ambiente en El Salvador
 - 2.6.5.1. Plaguicidas de mayor frecuencia en las intoxicaciones
 - 2.6.5.2. Plaguicidas para la protección de semilla de maíz
 - 2.6.5.3. Equipo y recomendaciones de aplicación
 - 2.6.5.4. Toxicología de los insecticidas organofosfatados y Carbamatos
 - 2.6.5.5. Medio ambiente
 - 2.7. Sistemas tecnificados de siembra para cultivos
 - 2.7.1. Sistema mecanizado
 - 2.7.1.1. Formas de realizar la siembra
 - 2.7.1.2. Objetivos de la siembra mecanizada

3. METODOLOGIA

3.1. Diseño de la sembradora

3.1.1. Reconocimiento de la realidad o problema

3.1.2. Análisis de principios de maquinas ya existentes

3.1.3. Presentación de propuestas de diseño

3.1.4. Proyecciones de funcionamiento

3.1.5. Condiciones de funcionalidad de la sembradora

3.1.6. Descripción de diseño propuesto

3.2. Construcción de piezas y prototipos

3.2.1. Selección de materiales

3.2.2. Pruebas de los principios de funcionamiento

3.2.3. Selección del resorte

3.2.4. Pruebas sobre el prototipo construido

3.2.4.1. Numero de semillas dosificadas por accionamiento

3.2.4.2. Eficiencia de dosificación de semilla

3.3. Evaluación del equipo

3.3.1. Definición del procedimiento general

3.3.2. Mediciones durante la prueba

3.3.2.1. Delimitación del área de trabajo y toma del tiempo

3.3.2.2. Determinación de la pendiente

3.3.2.3. Determinación de humedad del suelo

3.3.2.4. Determinación de textura de suelo

3.3.2.5. Determinación de pedregosidad y cobertura vegetal del suelo

3.3.3.6. Toma de datos y observaciones no cuantificables

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño preliminar

4.1.1. Propuesta inicial

4.1.1.1. Resultado de diseño vertical

4.1.1.2. Resultado de construcción y evaluación de piezas vertical

4.1.2. Propuesta de diseño horizontal

4.1.2.1. Resultados de diseño horizontal

4.1.2.2. Resultados de construcción y evaluación de piezas horizontal

4.2. Construcción del prototipo final

4.2.1. Caracterización de los materiales de construcción

4.2.2. Resultado definitivo del prototipo

4.3. Evaluación del funcionamiento

4.3.1. Pruebas de laboratorio

4.3.1.1. Descarga del grano

4.3.1.2. Pruebas de la eficiencia de dosificación de la maquina

4.3.2. Evaluación de campo

4.3.2.1. Caracterización de las zonas

4.3.2.2. Propiedades físicas de los suelos

4.3.2.3. Distanciamiento de siembra

4.3.2.4. Caracterización del método usado en la siembra por los Agricultores

4.3.2.5. Numero de grano depositado por los agricultores

4.3.2.6. Tiempo de trabajo

4.3.3. Fallas mas frecuentes y mejoras

4.3.3.1. Fallas por las condiciones de trabajo
4.3.3.2. Fallas de los sistemas componentes de la sembradora
4.3.4. Especificación del equipo
4.3.5. Costo de construcción del prototipo
5. CONCLUSIONES
6 RECOMENDACIONES
7. BIBLIOGRAFIA
8. ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

El Salvador al igual que el resto de la región Centroamericana, se caracteriza por no producir tecnologías y practicas que respondan a las realidades que viven, hemos observado en el pasado la importación de infinidad de herramientas, maquinarias y otros insumos; siendo muchas de estas inadaptables a nuestro medio por condiciones topográficas, precios altos o simples exigencias del campesino; además estos alteran grandemente la naturaleza de los suelos.

En la agricultura Salvadoreña existen un sin fin de labores culturales, estas se han transmitido de generación en generación sin sufrir cambios, tanto en la forma de realizarlas como en las herramientas utilizadas; en la presente investigación nos referiremos a la labor de siembra que realizan los pequeños agricultores, puesto que son ellos los que en su gran mayoría se dedican a la producción de cultivos tradicionales como maíz, frijol y maicillo; caracterizados por ser cultivos de subsistencia.

El agricultor abre un agujero en el suelo sin más que una herramienta llamada “chuzo”, depositando de dos a tres semillas y tapándola luego con la misma herramienta o el pie. Sería una irresponsabilidad decir que estas formas de trabajo no han sido efectivas, puesto que a través del tiempo han provisto de alimentos a los habitantes de la zona rural y de nuestras urbes, siendo estas más amigables con el medio ambiente. Sin embargo se ve como día a día crece la demanda de alimentos por las crecientes poblaciones, siendo cada vez mayor la necesidad de buscar soluciones a los problemas que enfrenta el pequeño productor.

Este tipo de cultivos requieren de enormes esfuerzos para su explotación, agravando la situación, se encuentran las grandes cantidades de intoxicados que reporta el ministerio de salud durante la realización de las labores agrícolas, por no hacer uso del equipo necesario para la protección de los pesticidas, puesto que el uso de estos se hace casi imposible bajo condiciones tropicales.

En la búsqueda de mejorar las condiciones de trabajo del pequeño agricultor y crear tecnologías de siembra que reduzcan los costos por el uso de semilla, se trabajo en el diseño de una maquina que se adaptara a la herramienta usada tradicionalmente en la siembra, construyendo y evaluando el desempeño y aceptabilidad que ésta pueda tener por los agricultores.

El resultado final de la investigación es que se obtuvo una sembradora semi mecanizada que se adapta a diferentes condiciones y sitios de laderas, además cumple con las funciones de una sembradora mecánica, es decir que a través de un mecanismo de accionamiento se recoge una semilla desde un sitio de carga y se traslada

hasta una bota de siembra, así como también tiene un depósito con suficiente autonomía para cubrir las áreas que comúnmente siembran los pequeños agricultores.

2. MARCO TEORICO.

El diseño es una actividad que requiere conjuntar por parte de los investigadores conocimientos multidisciplinarios y experiencias previas, sobre la maquinaria a diseñar, son todos estos conocimientos (Matemática, física, geometría, dibujo y otros) aplicados de manera correcta los que llevarán a realizar un diseño exitoso; para una mejor comprensión de la investigación se presentan a continuación conceptos básicos de diseño, construcción y evaluación de máquinas.

2.1. Proceso de diseño de piezas y máquinas.

El Diseñar nos sirve para resolver un problema o satisfacer una necesidad. Si el plan de diseño propicia la creación de algo que tiene una realidad física, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se pueda fabricar y comercializar.

La metodología de la solución se limita a lo que el diseñador sabe o puede hacer; la solución además de ser funcional, segura, confiable, competitiva, útil, que se pueda fabricar y comercializar, también debe ser legal y adecuarse a los códigos y normas aplicables.

Es importante que el diseñador comience por identificar exactamente como reconocer una alternativa satisfactoria y como distingue entre dos alternativas satisfactorias, con objeto de identificar la mejor, partiendo de ese punto se forman o seleccionan estrategias de optimización. Luego, se desarrollan las tareas siguientes.

- Invente soluciones alternas.
- Por medio del análisis y de pruebas, simule y prediga el desempeño de cada alternativa, conserve las alternativas satisfactorias y deseche las que no lo son.
- Elija la mejor alternativa satisfactoria descubierta, como una aproximación a la optimización.
- Implante el diseño.

Los resultados del proceso de diseño son decisiones con respecto a los componentes y su conectividad, geometría, procesos de forjado, tratamientos termomecánicos y tolerancias asociadas.

La caracterización de una tarea de diseño como un problema puede llevar a pensar que, en cuanto es un problema, tiene solución. Quizás no sea así. El espacio de diseño tal vez este vacío. Algunas situaciones quizás simplemente se tengan que soportar. Para aliviar la ausencia de soluciones, alguna o varias restricciones se tendrán que negociar con objeto de admitir otras. De nuevo, aun cuando las soluciones sean posibles, el diseñador quizás no es lo suficientemente creativo o inventivo, para imaginarlas.

Los diseños están sujetos a restricciones en la resolución de problemas. Un diseñador solo puede aplicar métodos que conoce y entiende. Las fuentes personales de creatividad de un diseñador, la habilidad para comunicarse y la destreza para resolver problemas están entrelazadas con el conocimiento de la tecnología y sus principios fundamentales. Las herramientas de la ingeniería (como las matemáticas, la estadística, la computación, las gráficas y el lenguaje) se combinan para producir un plan, que cuando se lleva a cabo, crea un producto

funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se puede fabricar y comercializar, sin importar quien lo construya o lo use (Shigley y Mischke, 2003).

2.1.1. Metodología para el diseño.

El proceso completo, de inicio a fin, comienza con un reconocimiento de la necesidad y una decisión para hacer algo al respecto. Después de muchas interacciones, termina con la presentación de los planes que satisfacen la necesidad. A continuación se presentan los pasos del proceso de diseño y las consideraciones básicas para el diseño.

- Reconocimiento de la realidad
- Definición del problema.
- Síntesis
- Análisis y optimización.
- Evaluación
- Presentación.

2.1.2. Consideraciones básicas para el diseño.

En todo diseño se deben tomar siempre algunas consideraciones, ya que estas pueden afectar la configuración del sistema total. Además algunas de estas propiedades tienen que ver de manera directa con las dimensiones, el material, el procesamiento y la unión de los elementos del sistema.

Estas consideraciones son pruebas que nos indican, de una forma técnica que piezas cumplen con las exigencias del diseño, entre las más importantes están:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| ✦ Resistencia/esfuerzo | ✦ Facilidad de uso |
| ✦ Ruido | ✦ Lubricación |
| ✦ Distorsión/deflexión/rigidez | ✦ Utilidad |
| ✦ Estilo | ✦ Comercialización |
| ✦ Corrosión | ✦ Costo |
| ✦ Forma | ✦ Superficie |
| ✦ Seguridad | ✦ Procesamiento |
| ✦ Tamaño | ✦ Mantenimiento |
| ✦ Confiabilidad | ✦ Peso |
| ✦ Control | ✦ Volumen |
| ✦ Fricción | ✦ Vida |
| ✦ Propiedades térmicas | ✦ Responsabilidad legal |

2.2. Construcción de máquinas.

El constructor de máquinas frecuentemente recurre a cálculos y a interpolaciones basadas en la experiencia adquirida en sus construcciones precedentes.

Además muchas veces el constructor debe afrontar problemas nuevos y estudiar perfeccionamientos para alcanzar el objetivo deseado.

En efecto con la ayuda de programas de computadora se logra la realización de un cúmulo de trabajo imposible de obtener de otra manera. Se presenta una metodología en la cual la aplicación de los algoritmos de cálculo está acompañada con la resolución de problemas concretos, y por otra parte con el enfoque de criterios constructivos utilizados en las construcciones normales.

Al obtener los resultados del cálculo numérico se alcanza una solución que además de construirse satisfaga los requerimientos de las normas, es entonces necesario realizar los croquis constructivos de las distintas partes que permitan visualizar los resultados, y analizar críticamente si los mismos satisfacen los requisitos impuestos. A medida que el trabajo avanza se debe evaluar el grado de incidencia de cada parámetro y efectuar las correcciones convenientes para lograr una solución.

El uso de programas evita el tedioso trabajo de cálculo manual, pero obliga a dedicar todo el tiempo disponible al análisis de los resultados rápidamente obtenidos.

Alrededor del tema específico del cálculo de una máquina, se desarrollan una serie de actividades (que tienen entre sí íntima vinculación), que van desde: **especificar, predimensionar, presupuestar, adquirir, proyectar, construir, ensayar, utilizar, mantener, hasta analizar eventuales fallas y reparar**. Todas estas actividades requieren de un adecuado conocimiento de las máquinas también desde el punto de vista constructivo. En el estudio de la construcción de las máquinas, no se debe perder de vista el carácter formativo que este tema tiene, no se trata sólo de calcular, sino de establecer el nexo entre las distintas actividades citadas. (Sacchi y Rifaldi, 2004)

2.2.1. Toma de decisiones racional.

Los diseñadores tienen que tomar decisiones, pocas o muchas, algunas aproximadas, algunas en concierto. Necesitamos un sistema de anotación para registrar donde estamos, un vocabulario útil, un método abreviado de pasos, sobre los cuales se pueden poner ideas similares.

Paso 1: Conveniencia, posibilidad, aceptabilidad.

Una acción contemplada es adecuada si su adopción lograra en efecto el propósito intentado.

Una acción contemplada es posible si la acción se puede llevar a cabo con el conocimiento, personal, dinero y material disponible, o si se puede ensamblar a tiempo.

Una acción contemplada es aceptable si los resultados probables valen los costos anticipados.

Paso 2: Alternativa satisfactoria.

Si una acción contemplada es adecuada, posible y aceptable, se convierte en una alternativa satisfactoria y se pone a un lado para compararla con otras alternativas satisfactorias. Si uno puede comparar dos alternativas satisfactorias y elegir la mejor, se realizara o seleccionara una estrategia de optimización para tratar con un gran numero de alternativas satisfactorias.

Paso 3: Conjunto de especificaciones.

Un conjunto de especificaciones es el ensamble de dibujos, texto, lista de materiales e instrucciones que constituyen el registro de decisiones en tal forma que le permita al constructor o usuario realizar la función de manera segura, confiable, competitiva y útil, y que se ha hecho o ha dado servicio satisfaciendo al cliente.

Lo que el conjunto de especificaciones no revela son los elementos que se están abordando, individualmente o en combinación, los asuntos de función, la seguridad, confiabilidad y competitividad. Un diseñador necesita un conjunto alterno (equivalente) que muestre cada decisión necesaria, que permita bifurcar las decisiones en

estrategia de optimización para identificar el mejor, sin hacer una evaluación exhaustiva.

Paso 8: Habilidad de síntesis (habilidad 2)

La habilidad de síntesis implica una estrategia de optimización, la cifra de mérito y la habilidad 1 en la **figura 1**. se muestra un diagrama de flujo de las habilidades 1 y 2. Note que la habilidad 1 esta dentro de la 2.

Se ha introducido un número de pasos para sugerir la importancia del punto de vista como un ingrediente esencial en el proceso de diseño. (Shigley. 2002).

Además estos pasos nos ayudan a tomar decisiones aproximadas al objetivo de diseño que se desea obtener, para luego comenzar con la fase de prueba y evaluación.

Figura 1. Diagrama de flujo lógico d

2.3. Prueba y evaluación de maquinas.

El termino *prueba* se refiere a un análisis del comportamiento de una maquina, comparándolos con normas definidas y bajo condiciones ideales.

En cambio *evaluación* involucra la medición de su comportamiento bajo condiciones agrícolas reales, por ejemplo: El rendimiento de un arado en suelo de diferente textura, contenido de humedad y con un rango de cobertura vegetativa.

2.3.1. Prueba.

Procedimientos de prueba y normas para maquinaria agrícolas han sido establecidos en países industrializados por varios años. Los procedimientos Norteamericanos y Europeos, serán reemplazados por el código de la organización internacional de normas, el cual será compatible a nivel internacional y evitara la necesidad de repetir la prueba de una maquinaria en más de un país.

Las pruebas oficiales de maquinaria tiene el propósito de proveer información confiable y repetible. No incluyen trabajo en campo porque seria imposible reproducir las condiciones. Por lo tanto el procedimiento abarca solamente la medición de las características que no son afectadas por el estado del terreno agrícola.

Para permitir comparaciones de los resultados entre países, las pruebas se hacen en condiciones de laboratorio, los resultados son mucho mayores que los que se pueden esperar bajo condiciones agrícolas

La clase de prueba seleccionada será influenciada para los siguientes factores:

- La etapa de desarrollo de la bajo prueba.
- Los beneficiarios potenciales de los reportes de prueba.

2.3.2. La etapa de desarrollo.

Aquí se considera la naturaleza de las pruebas en las etapas de:

A- Diseño
B- Desarrollo del prototipo
C- Fabricación.

A - En la etapa de diseño:

Antes de preparar los dibujos técnicos, *se precisa justificar la innovación propuesta*. El proceso involucra la verificación y definición de su necesidad o requerimiento en términos técnicos, sociales y económicos. Se precisa que se entienda y cuantifique cualquier efecto negativo (Ej. Sobre la demanda de mano de obra a la necesidad por nuevos insumos o procesos).

B - La etapa de desarrollo del prototipo involucra *pruebas prácticas de prototipo y sus componentes*, mecanismos y procesos, bajo condiciones de laboratorio y de campo. El objetivo es determinar si el prototipo funciona como se esperaba en una forma efectiva, económica y segura. Casi siempre este proceso resulta en modificaciones las cuales, *a su vez, tienen que ser evaluadas*.

C - Etapa de fabricación Pruebas y evaluación tiene por finalidad el medir la calidad del producto, su durabilidad y eficiencia. Permite comparar entre distintos modelos o marcas. Aquí se puede incluir encuestas de las experiencias de usuarios las cuales darán información sobre la confiabilidad, durabilidad y los fallos más comunes. Tal información es de gran beneficio para extensionista.

Particularmente en economías en desarrollo, la calidad de construcción no es siempre uniforme entre fabricantes, y pruebas de serie en las cuales varias marcas de una misma maquina son probadas bajo condiciones semejantes, ayudan a elegir entre alternativas. Manby en 1969 indico las ventajas de las pruebas de serie en la india donde fueron el primer paso en el mejoramiento de la “raza” de tipo de maquina. Líneas de investigación futura fueron identificadas con mayor facilidad y a los fabricantes de maquinas de mala calidad les fueron indicadas las posibles áreas de mejoramientos.

2.3.3. Los beneficiarios de los reportes.

Un procedimiento de prueba apropiado solo puede elaborarse si el uso de la información producida es bien definido. A continuación se plantean algunas alternativas:

Reportes de prueba ayudan a posibles usuarios de la maquina a comparar el rendimiento de diferentes modelos y marcas, para seleccionar aquella más indicada para sus necesidades. Sin embargo, como Jonson señalo en 1985, en la gran mayoría de países donde esta clase de información es disponible, hay muy poco interés en los datos. El factor más importante para el usuario potencial es la reputación del fabricante o distribuidor.

Datos de prueba pueden servir para controlar importaciones de tractores e implementos y así asegurar calidad y servicio para el usuario.

La meta básica de pruebas ha sido proveer datos confiables para gobiernos y usuarios en los países miembros para reducir barreras de comercio Internacional. Los mismos autores mencionan una serie de objetivos secundarios. Subrayan la importancia de presentar la información en una forma educativa para ayudarles de esta manera a los extensionistas y estudiantes a entender la importancia de algunos aspectos del diseño de tractores e implementos.

Actualmente pruebas que miden el Impacto sobre el ambiente y seguridad son cada vez más importante. Las características de una maquina que afecta la comodidad o la salud del operador, o que contribuyan a una degradación ambiental, pueden ser medidas objetivamente

Ejemplos son: pruebas de estructuras de seguridad (cabinas), vibración, ruido; humo. (Smith D. 1993).

2.3.4. Evaluación.

El propósito principal de obtener datos del comportamiento de un equipo, es compararlo con el requerimiento por la cual fue diseñado

Como se ha visto las pruebas realizadas bajo condiciones ideales a veces no permiten conseguir datos directamente relevantes a las condiciones agrícolas, por ejemplo: la potencia a la barra de tiro de un tractor sobre una pista artificial.

Por lo anterior y dado a la variedad de condiciones de trabajo y niveles de sofisticación de los implementos agrícolas, se ha dificultado la compilación de procedimientos de evaluación de equipos a nivel internacional.

Organizaciones Internacionales, han elaborado procedimientos de prueba y evaluación adaptados a su condición local. Los procedimientos elaborados en los países industrializados son relativamente tecnificados y por lo general, requieren equipo e instrumentación sofisticada y no son apropiadas para centros de prueba en otros países.

Como respuesta a lo anterior varios países y regiones en desarrollo han elaborado sus propios códigos para prueba y evaluación, que requieren de equipo menos sofisticados y costosos entre ellos destacan: la India, África Oriental y Asia entre otros.

En la práctica, la gran mayoría de los procedimientos para equipos agrícolas incluyen una parte realizada bajo condiciones ideales y controlables (pruebas), y una parte realizada en condiciones reales de la agricultura (evaluaciones).

2.4. Tecnificación del sector Agropecuario.

La producción agrícola ha aumentando continuamente, a un ritmo que supera con creces al incremento de la población, hasta alcanzar una producción que satisfaga a toda la humanidad, esto si estuviera bien distribuida. Este incremento se ha conseguido, principalmente, sin poner nuevas tierras en cultivo, sino aumentando el rendimiento por superficie, es decir consiguiendo mayor producción por cada hectárea cultivada. Es lo que se conoce como revolución verde.

El aumento de productividad se ha conseguido con la difusión de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, unido a nuevas prácticas de cultivo que usan grandes cantidades de fertilizantes, pesticidas y otras maquinas pesadas.

2.4.1. La Revolución verde

Los beneficios traídos por la mejora agrícola de la llamada Revolución Verde son indiscutibles, pero han surgido algunos problemas. Los dos más importantes son los *daños ambientales*, y la gran cantidad de energía que hay que emplear en este tipo de *agricultura*.

Para mover los tractores y otras máquinas agrícolas se necesita combustible; para construir presas, canales y sistemas de irrigación hay que gastar energía; para fabricar fertilizantes y pesticidas se emplea petróleo; para transportar y comerciar por todo el mundo con los productos agrícolas se consumen combustibles fósiles. Se suele decir que la agricultura moderna es un gigantesco sistema de conversión de energía.

Como es fácil de entender la agricultura actual exige fuertes inversiones de capital y un planteamiento empresarial muy alejado de la agricultura tradicional. De hecho de aquí surgen algunos de los principales problemas de la distribución de alimentos. El problema del hambre es un problema de pobreza. No es que no haya capacidad de producir alimentos suficientes, sino que las personas más pobres del planeta no tienen recursos para adquirirlos. (FAO, 2002)

La esencia de la revolución verde es: las variedades de altos rendimientos, las semillas con todos los insumos necesarios para incrementar los resultados desde los niveles tradicionales al doble o más. Nuevas semillas más resistentes, y nuevos insumos, que permitieron ampliar el ámbito ecológico de las especies cultivadas. En general, son semillas de ciclos cortos y poco sensibles al fotoperiodismo.

Las semillas tradicionales son fruto de una selección secular y empírica, en la que se han ido eligiendo las variedades que daban mayor provecho. Pero las semillas modificadas genéticamente para dar un rendimiento mayor en cualquier sistema ecológico. Sin embargo, para que den ese máximo rendimiento necesitan unos determinados insumos: abonos especiales (químicos), agua y pesticidas. Además, es necesario eliminar las malas hierbas que compiten por la tierra, combatir las plagas (viejas y nuevas), y asegurar el regadío. Frecuentemente, si falta alguno de los insumos, la cosecha cae por debajo del rendimiento habitual.

Los fertilizantes son tan necesarios como las semillas. Esto implica que la producción agrícola necesita grandes capitales. No obstante, es indiscutible que la revolución verde ha aumentado el volumen de la cosecha por hectárea, y permite una doble cosecha, sobre todo en los países ricos. Además, ha generado una importante industria en torno a la creación de semillas e insumos y su distribución. Pero al mismo tiempo, la mecanización del campo reduce el empleo de la fuerza de trabajo. (Eco-sitio, 2004).

Para los próximos decenios se prevé que si bien la producción agrícola aumentará más rápidamente que la población mundial, este aumento será más lento que el actual. Esta disminución refleja algunas tendencias positivas. En muchos países la gente come hoy todo lo que desea, por lo que ya no hace falta aumentar la producción. Pero también refleja la triste realidad de centenares de millones de personas que necesitan desesperadamente más alimentos pero que no pueden comprarlos a los precios que animarían a los agricultores a producir más. (FAO, 2002)

2.5. Clasificación de labranza.

Existen diferentes tipos de labranza que se están utilizando en la actualidad, algunas para eficientizar la labor, otras con objetivos conservacionistas. Es por eso que se han clasificado de la siguiente manera.

2.5.1. Labranza convencional.

En la agricultura convencional no se hacen rotaciones de cultivos, además se hacen las prácticas con el terreno desprovisto de cobertura también se quema el rastrojo y existe un laboreo intensivo del suelo, (volteo del suelo), que se lleva a cabo para controlar las malas hierbas y preparar el lecho de siembra. Estas técnicas incrementan considerablemente la erosión y la compactación del suelo, a la vez que contaminan las aguas superficiales con sedimentos, fertilizantes y pesticidas. Además, se disminuye el contenido en materia orgánica y la fertilidad del suelo, y se aumenta la emisión de CO₂ a la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global del planeta, entre otros graves efectos (por ejemplo, disminución de la biodiversidad).

2.5.1.1. Características para mecanización.

Pendientes. < 8 % Se puede mecanizar

> 15 % Obras de conservación de suelo

Grado de pedregosidad: 0, 1,2

Humedad: Esta debe estar entre el límite de retracción y límite plástico el cual es el punto Friable.

Tipo de suelo: Suelos livianos

Suelos pesados.

El Salvador Posee un 25% de área total mecanizable que equivale a 5,260.222 km². (MARN, 2000)

2.5.1.2 Labranza primaria.

La labranza primaria constituye el primer paso y el más importante en la preparación del suelo, como la roturación, la incorporación de residuos vegetales y malezas. En esta labor se pueden usar: segadoras, subsolador, arados tradicionales, andino o combinado, de vertedera, de discos, y de cincel.

2.5.1.3 Labranza secundaria.

La labranza secundaria se refiere al trabajo con rastras y a las operaciones de preparación de la cama de semillas.

Los objetivos de labranza secundaria son:

- ✓ Romper los terrones
- ✓ Cortar los residuos vegetales
- ✓ Eliminar malezas
- ✓ Nivelar el suelo.

En esta labor se pueden usar los siguientes implementos:

Rastra de aletas, de dientes, de discos; de dientes rígidos y flexibles al rodillos.

2.5.2. Labranza de conservación.

La labranza de conservación consiste en una serie de prácticas agronómicas que permiten un manejo del suelo que altera lo menos posible su composición, estructura y biodiversidad, defendiéndolo de la erosión y degradación. La incorporación parcial de los restos de cosecha, y el establecimiento de cubiertas vegetales, a través de la siembra de aquellas especies que reúnan condiciones apropiadas en cultivos leñosos o entre cultivos anuales sucesivos

2.5.3. Labranza cero.

Labranza cero es sembrar al menos un cultivo en suelos con cobertura, solamente se abre un surco, hilera o banda suficientemente ancha y profunda para obtener la adecuada cobertura de la semilla. Además los cultivos deben proporcionar suficientes residuos de cosecha sobre la superficie de suelo. Un factor del cual dependen los cultivos con cobertura es el clima. En climas áridos y semiáridos se han registrado mayores rendimientos, no así en climas húmedos. En áreas húmedas la labranza con cobertura debe reservarse para suelos con peligro de erosión.

La cobertura puede ser un cultivo de abono verde como centeno o un rastrojo de cosecha de leguminosas (soya), de trigo o maíz.

La cobertura de rastrojo tiene por objeto lograr los fines de la arada sin enterrar los residuos de la superficie. Es un sistema de labranza que afloja el suelo bajo la superficie dejando en ésta los residuos para controlar la erosión. Algunos efectos de los cultivos con cobertura son: En tierras con cobertura de rastrojo se ha observado el aumento de agregados estables en agua. Bajo estas condiciones el suelo ofrece mayor resistencia a la erosión. Además el cultivo de cobertura reduce la velocidad superficial del viento y retiene las partículas sueltas. En el caso de erosión hídrica, las plantas de cobertura o residuos interceptan las gotas de lluvia disipando su energía antes de que choquen con el suelo y disgreguen sus partículas que luego pueden ser transportadas por la

escorrentía. La densidad del cultivo también hace decrecer la velocidad del flujo superficial de agua, haciendo que el potencial de erosión decrezca. Al decrecer la velocidad superficial de escorrentía, las plantas de cubierta y los residuos incrementan el tiempo para la infiltración de agua, de este modo la capacidad del suelo para almacenar agua es mas grande, también con una adecuada cubierta la evaporación disminuye y consecuentemente el potencial de conservación de humedad se incrementa. También se ha visto que el efecto de la vegetación que cubre el suelo retarda la expansión de calor en el suelo. Durante el periodo de germinación, la zona de raíces en el suelo con cobertura esta usualmente 2 a 4° F mas fría que en el caso de labranza habitual en el suelo descubierto. (e-campo, 2004)

2.5.4. Labranza mínima.

Es todo aquel sistema de laboreo que disminuya el número de pasadas de la maquinaria agrícola, sin que por ello se afecte la buena producción del cultivo. El desarrollo de equipo de campo con versatilidad para preparar una cama de siembra, preparar fertilizantes, herbicidas e insecticidas en una operación, presenta la oportunidad de eliminar viajes innecesarios sobre el campo. (Hans Meier, 1993)

2.6 Sistemas de producción agrícola en El Salvador.

En El salvador se siembran diversos productos agrícolas, los cuales se cultivan con diferentes sistemas, los cuales son: sistema mecanizado, semi mecanizado, tracción animal, manual y conservacionista.

2.6.1. La agricultura en laderas.

El Salvador tiene una superficie de 21,040.79 km² y una población de 6,319,427 habitantes, de la cual el 41.6 % es rural. La densidad poblacional es elevada: 310 habitantes/km². El sector de los pequeños agricultores está conformado por alrededor de 255 mil familias (aproximadamente 1.3 millones de personas). ¿Cuántas de estas familias se ubican en zonas de ladera? Se estima que el 70 %, es decir, alrededor de 180.000 familias (aproximadamente, 1.08 millones de personas).

Un problema central de la agricultura salvadoreña es la casi nula rentabilidad de los sistemas de producción tradicionales de ladera. Esta situación no permite a las familias rurales salir de la condición de pobreza e inseguridad alimentaria. Igualmente, se traduce en sobreexplotación y severo deterioro de los recursos naturales.

Un propósito es el de mejorar las condiciones de vida de las familias rurales asentadas en zonas de ladera, a través del desarrollo de una agricultura económicamente rentable, socialmente aceptable y ambientalmente amigable. Para ello se trata de diversificar la producción con rubros no tradicionales más rentables y la organización de los productores y productoras para mejorar la producción e incrementar su capacidad de negociación en el mercado.

El uso y manejo sostenible de los recursos naturales y el mejoramiento de las condiciones de vida de los pequeños productores y productoras de ladera, es la estrategia siguiente:

Romper con el círculo de la pobreza adoptando el manejo sostenible de los Recursos naturales como un eje transversal del proceso.

Los sistemas de producción tradicionales de ladera en El Salvador no son rentables y no posibilitan a una familia rural sobrepasar la línea de pobreza o extrema pobreza. Ello implica que los sistemas de producción son

extractivos, porque no generan condiciones de inversión y mejoramientos. De esta manera, los recursos naturales entran en un proceso paulatino de deterioro.

Como realidades agravantes, El Salvador posee una presión poblacional elevada (alrededor de 300 habitantes/km²), fragmentación de la tierra, 65% del territorio en laderas y seis meses de período seco en el que no hay producción de biomasa, alternado con seis meses de lluvias copiosas.

De un lado, la presión sobre los recursos es elevada y, de otro, las condiciones intrínsecas del territorio favorecen el deterioro. Es muy difícil que una población rural, agobiada por las necesidades inmediatas de sobrevivencia, esté dispuesta a invertir en mejoramientos ambientales con respuestas de mediano plazo y poco tangibles para su realidad cotidiana. En este sentido, la estrategia de romper con el círculo de la pobreza no solamente cumple con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de las familias rurales, sino que genera las condiciones de motivación y autoestima necesarias para que la gente pueda vivir mejor de la agricultura e invertir en ella.

De manera simultánea, considerar la conservación de los recursos naturales como un elemento transversal, permite que la población vaya comprendiendo, poco a poco, que ambos aspectos están interrelacionados; que romper con el ciclo de la pobreza de manera sostenible significa tener que usar y manejar mejor los recursos que sostienen la producción; y que los recursos naturales jamás podrán ser bien utilizados y manejados si se está en condiciones de pobreza o extrema pobreza. (FAO, 2002)

Una de las características principales en la agricultura en El Salvador es el rol de la mujer y los niños, estos ayudan al hombre en las diferentes actividades agrícolas, para apuntar a las diferencias y semejanzas. Se hacen propuestas concretas de cómo incorporar de manera efectiva a mujeres y hombres en el desarrollo sostenible. Muchas veces se parte del supuesto o sesgo que las actividades agropecuarias y forestales son exclusivamente masculinas y que las mujeres se limitan a la realización de actividades domésticas. Esta visión es reforzada por las estadísticas del sector agropecuario, las cuales no reflejan suficientemente la participación de las mujeres, en las actividades productivas. Esto no ha contribuido a que las mujeres sean tomadas debidamente en cuenta en las acciones para el desarrollo rural. Con la aplicación del enfoque de género, se ha buscado un cambio en las relaciones de poder y una mayor equidad entre hombres y mujeres, promoviendo una mayor participación de ambos a todos los niveles.

La promoción de un desarrollo económicamente eficiente, compatible con el ambiente y equitativo, ha requerido reorientar los esfuerzos y las acciones con el propósito de mejorar las capacidades de la mujer.

2.6.2 Sistema mecanizado.

En este sistema se ocupa menos mano de obra. En la actualidad este sistema es utilizado por pocos agricultores en el país, por sus altos costos y las condiciones topográficas accidentadas.

En este sistema se ocupan los siguientes aperos agrícolas: Chapódadora, subsolador, arado, rastra pesada, rastra liviana, sembradora, entre otros.

2.6.3. Sistema semi mecanizado.

Este es un sistema en el que se mezcla la tracción animal, maquinas y fuerza humana, este se ocupa en cultivos como el maíz, maicillo, arroz, algodón, caña de azúcar, frutales, entre otros. Además este necesita pendientes menores del 15%. Algunos implementos usados en la labor son: arar, surcar, sembrar y tapar la semilla. Además entran acá las bombas de mochila y entre estos equipos se tiene el arado combinado y una sembradora distribuida por Fomenta – Relata, segadoras a base de energía eléctrica o combustible que son manejadas manualmente.

Con el arado combinado la preparación del suelo, comprende generalmente dos pasadas; la primera, llamada rayada, sirve para aflojar el suelo y la segunda, llamada cruzada, para su remoción. El numero de pasadas

necesarias para lograr una preparación adecuada del terreno esta relacionado directamente con la textura, humedad del suelo y el tipo de cultivo, con este sistema se siembra maíz y sorgo.

Las ventajas del arado combinado son: sencillez en el diseño, disponibilidad de los materiales en el mercado local, fácil construcción en los talleres, peso liviano, fácil montaje, trabaja en condiciones difíciles, además tiene una capacidad efectiva de trabajo de 20 h/ha; o sea 3 días yunta/ha, con aproximadamente 6 horas de trabajo por día.

2.6.3.1. Tracción animal.

El uso de animales aumenta considerablemente la fuerza de trabajo del agricultor, le permite llevar a cabo diversas tareas adicionales, como diversificar sus cultivos (maíz, sorgo, frijol), aumentar la superficie cultivada, utilizar una carreta para cubrir sus necesidades y llevar sus productos al mercado. Tiene la posibilidad de alquilar equipo con animales o sin ellos y realizar a tiempo las labores agrícolas necesarias.

El uso de animales de tiro, no exige ninguna inversión en combustible costoso y no renovable, además los pequeños y grandes rumiantes tienen la gran ventaja de poder alimentarse con los residuos y subproductos disponibles en la explotación, produciendo a cambio no solo energía sino también alimentos (carne y leche), estiércol para fertilizar los campos y transformar en metano para producir biogás, cuero y otros subproductos de matadero. La eficiencia de este tipo de sistema, en terrenos planos motivó la utilización del arado de madera, formando parte del aprendizaje agrícola de muchas familias campesinas.

La limpieza se puede hacer de dos formas manual (Cuma) y con herbicidas, luego para preparar el terreno se ocupa el Arado tradicional de madera el cual se encarga de arar y surcar. Posteriormente el agricultor deposita la semilla en el suelo roturado.

2.6.4. Siembra directa con chuzo.

Esta se efectúa de forma manual por los agricultores, las actividades que realizan son: limpiar el terreno con Cuma o herbicida, esto para deshacerse de las arvences, que pueden competir por nutrientes con el cultivo de interés, luego se abre el agujero en el suelo con el chuzo, esto para soltar el suelo, es decir descompactarlo y depositar la semilla en el agujero y la tapan.

En este sistema se puede sembrar maíz, frijol, sorgo, entre otros. (Meier H. 1993)

2.6.5. Efectos por el uso de plaguicidas en la salud humana y medio ambiente en El Salvador.

Actualmente, considerando el número de manzanas sembradas entre granos básicos, caña de azúcar, café, hortalizas y frutales (estimadas en 1,862.417 manzanas), que son los cultivos de mayor consumo de plaguicidas y relacionándolos con el número de habitantes de la zona rural que son 2,563,175 (42.5% población activa en agricultura) y un promedio anual de importaciones de plaguicidas de 5,679,784.47 que es la sumatoria en kilogramos y litros, cada persona del área rural estaría expuesta a 2.22kg.de plaguicidas por año.

Además de la alta incidencia de intoxicaciones y muertes que se producen anualmente, la contaminación del medio ambiente constituye uno de los principales problemas derivados del uso de plaguicidas. En materia de efectos negativos sobre la salud son los países en desarrollo los que aportan el mayor número de casos, tal como lo muestran las estadísticas a nivel internacional. Lo anterior se debe no solo la utilización de una tecnología

intrínsecamente peligrosa y a la falta de aplicación de la legislación, sino además, al empleo de plaguicidas por personas sin el adecuado entrenamiento y a la reducida aplicación de métodos agrícolas alternativos.

El Salvador, a través del reporte epidemiológico semanal, en los últimos trece años ha registrado un total de 20,411 intoxicaciones por plaguicidas con un promedio anual de 1,570 atenciones. Registrando en el 2000 el mayor número de casos (2349) y en 1995 el menor número (362) **Ver Cuadro 1** (Jenkins, J. 2003).

Cuadro 1. Casos y tasas de intoxicaciones agudas por plaguicidas en El Salvador de los años 1993 a 2002.

Fuente: FOR I, Unidad de epidemiología, MSPAS.

* Número absoluto de intoxicaciones agudas por plaguicidas por cada año.

IAP: Intoxicaciones agudas por plaguicidas

T de I: Tasa de incidencia por 100,000 habitantes.

2.6.5.1. Plaguicidas de mayor frecuencia en las intoxicaciones agudas.

En realidad la cantidad de intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP) es muy preocupante, pero se debe aclarar que en el periodo 1996-2002 solo el 25.5% de estos eventos se presenta en el ámbito laboral, 28.2% tipo accidental, 44.4% suicidio, 0.7% homicidio y 1.2% sin datos; según datos de la Unidad Nacional de Epidemiología (Jenkins, J. 2003). Además es importante saber que no todas las IAP se deben a un mismo tipo de plaguicidas, sino a un conjunto de estos, pero algunos de los grupos químicos a los que estos pertenecen se mencionan en mayor medida. **Ver Cuadro 2.**

Cuadro 2. Caracterización de las intoxicaciones por grupo químico de los plaguicidas en El Salvador 1996-2002.

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
IAP	1,016*	642	362	506	931	1,770	2,304	2,349	1,829	1,869
T de I	18.71	11.57	6.39	8.74	15.75	29.34	37.44	38.95	28.6	29.0

<i>Nombre genérico</i>	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total	%
Organofosforados	161	326	596	692	780	601	666	3822	33.1
Carbamatos	101	185	360	467	445	355	409	2322	20.1
Fosfaminas	84	188	275	451	424	336	330	2088	18.1
Bipiridilos	88	107	263	446	483	333	281	2001	17.3
Organoclorados	14	35	66	55	66	26	21	283	2.4
Rodenticidas	13	33	41	98	107	72	62	426	3.7
Piretroides	18	9	5	19	19	31	30	131	1.1
Otros	27	10	91	31	23	74	69	325	2.8
no documentados	0	38	73	45	2	1	1	160	1.4
total	506	931	1770	2304	2349	1829	1869	11558	100
Carbamatos-organofosforados	262	511	956	1159	1225	956	1075	6144	
Porcentaje	52	55	54	50	52	52	58	373	

Fuente: FOR I, Unidad Nacional de Epidemiología, 1996-2002

2.6.5.2. Plaguicidas

para la protección de semilla de maíz.

Como se menciona anteriormente, gran parte del territorio nacional esta dedicado a cultivo de granos básicos, siendo el de mayor importancia el maíz, por tanto es deducible que gran parte de los agroquímicos consumidos internamente estén incluidos en el cuidado sanitario de este cultivo.

Entre los agroquímicos existe un grupo llamado plaguicidas cuya función es prevenir, destruir o controlar cualquier plaga incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. Pero para nuestro estudio nos enfocaremos en aquellos que son utilizados en el tratamiento de protección de semillas de maíz y que de alguna manera pueden llegar a tener contacto directo con el agricultor **Ver Cuadro 3.**

Cuadro 3. Plaguicidas utilizados en El Salvador para la protección de semilla de maíz.

Nombre Comercial	Nombre Común	Dosis	Unidades	Clasificación por su uso	Categoría toxicológica	Familia Grupo Químico
MARSHALL 25 DS	Carbosulfan	3-5	Kg/100 Kg. de semilla	Insecticida	III	Carbamato
BARREDOR 50 WP	Endosulfan	34	G/25 libras de semilla	Insecticida	II	Organoclorado
GAUCHO	Imidacloprid	10	G/Kg de semilla	Insecticida	III	Clorinicotinilo
FORMUQUISA MALATION 4DP	Malation	23	G/100 libras de grano	Insecticida	IV	Organofosforado
MALATION 4 DP	Malation	2.5	Kg/m ³ de grano	Insecticida	III	Organofosforado
ACTELLIC 2 DP	Permethrin Metil	500	G/30 sacos de 100 libras	Insecticida	IV	Organofosforado
SEMEVIN 35	Tiodicarb	1	L/100 libras de	Insecticida	IV	Carbamato

SC			semilla		
----	--	--	---------	--	--

Fuente: MAG. Dirección de Sanidad Vegetal y Animal (GONZALEZ, R. 2000),

2.6.5.3. Equipo y recomendaciones de aplicación.

- a) **Equipo necesario para la aplicación:** Anteojos, mascarilla, guantes, botas de hule y overol de mangas largas.
- b) **Recomendaciones:** No coma, fume o beba durante el manejo y aplicación de estos productos, lave el equipo de protección y el equipo de aplicación, báñese bien con agua y jabón y póngase ropa limpia, la ropa utiliza no deberá usarla sin ser previamente lavada.
- c) **Formas de contaminación:** Por ingestión, inhalación, contacto con los ojos y contacto con la piel.

2.6.5.4. Toxicología de los insecticidas organofosfatados y Carbamatos.

a) Organofosfatados.

Estos envenenan a los insectos y mamíferos principalmente por la fosforilización de la enzima acetilcolinesterasa (ACE) en las terminaciones nerviosas. El resultado es la pérdida de la acetilcolinesterasa por lo cual el órgano afectado es sobre estimulado por la acetilcolinesterasa excesiva (ACE, la sustancia que transmite el impulso) en las terminaciones nerviosas. La enzima es imprescindible para el control normal de la transmisión de los impulsos nerviosos, que van desde las fibras nerviosas hasta las células musculares y glandulares, también hacia otras células nerviosas en los ganglios autónomos, como también al sistema nervioso central (SNC). Antes que se manifiesten señales y síntomas de envenenamiento, debe inactivarse una proporción importante de la enzima tisular a causa de la fosforilización.

Los síntomas del envenenamiento agudo por organofosfatados aparecen durante la exposición a ellos en pocos minutos u horas. La exposición por inhalación resulta en la aparición más rápida de síntomas tóxicos, seguida por la ruta gastrointestinal y finalmente por la ruta dérmica, todos los síntomas y señales son colinérgicos en naturaleza y afectan los receptores muscarínicos, nicotínicos y del sistema nervioso central.

Los síntomas críticos en el tratamiento son los síntomas respiratorios, suficientes fasciculaciones musculares y debilidad son a menudo observadas como para requerir apoyo respiratorio; el paro respiratorio puede ocurrir repentinamente, de igual manera la broncorrea y bronco espasmos pueden a menudo impedir esfuerzos para la oxigenación adecuada del paciente, además otros síntomas cardiovascular clásico, lo es la bradicardia, taquicardia e hipertensión por estimulación nicotínica (gangleo simpático) y algunos síntomas iniciales más comúnmente informados incluye dolor de cabeza náusea, mareos e hipersecreción, la cual se manifiesta a través de transpiración, salivación, lagrimeo y rinorrea, espasmos musculares, debilidad, temblor, incoordinación, vómito, calambres abdominales y diarrea son síntomas que señalan el empeoramiento del estado de envenenamiento (Roult, J. 1999)

b) Carbamatos.

Los ésteres de carbamato causan carbamilación reversible de la enzima acetilcolinesterasa, lo que permite la acumulación de acetil colina, la sustancia neuro medidora en las uniones neuro efectoras para simpáticas (efectos muscarínicos) en las uniones mioneurales del músculo esquelético y en los ganglios autónomos (efectos nicotínicos), así como en el cerebro (efectos en el SNC). La combinación carbamilo-acetilcolinesterasa se disocian más rápidamente que el complejo fosforilo-acetilcolinesterasa, producido por los compuestos organofosfatados.

La habilidad tiene varias consecuencias importantes: tiende a limitar la duración del envenenamiento son insecticida carbamato, es responsable de que el intervalo que existe entre la dosis que genera los síntomas y la

dosis letal, sea mayor que el que existe en el caso de la mayoría de los compuestos organofatados, y con frecuencia invadida la medición de la actividad de la colinesterasa, en la sangre como indicador diagnóstico del envenenamiento.

Los síntomas iniciales de toxicidad son la depresión del sistema nervioso central manifestado a través de coma, convulsiones, hipotomía y efectos nicotínicos, incluyendo la hipertensión y la depresión cardiorrespiratoria, la disnea bronco espasmos y broncorrea con una eventual edema pulmonar son otras señales serias. Información reciente indica que los niños y adultos difieren en la presentación clínica, los niños están más propensos que los adultos a presentar los síntomas del sistema nervioso central. (Roult, J. 1999).

2.6.5.5. Medio ambiente.

La intensidad de los impactos ambientales que pueda ocasionar las labores agrícolas, depende del manejo del suelo durante sus ciclos de siembra y cosecha. Perdiendo por estas labores agrícolas macro y micro nutrientes que empobrecen los suelos, aparte de la erosión que puede afectarlo por un mal manejo del riego.

La actividad agrícola requiere el uso de fungicidas, bactericidas, insecticidas, nematocidas, acaricidas, rodenticidas y otros plaguicidas. Los peligros asociados con estos productos químicos son los siguientes:

- la baja biodegradabilidad, hace que su toxicidad persista largo tiempo en el medio ambiente, especialmente los clorados y los fosforados;
- posibilidad de que percolen hasta los acuíferos que pueden servir como agua de consumo humano.
- destrucción del control biológico y disminución de la polinización.

Un exceso en la aplicación de fertilizantes altera el PH y la composición química del suelo. La mala aplicación origina iones de amonio y un compuesto llamado **duret** que es fitotóxico. Un exceso de muriato de sodio puede dar origen a lo que se llama compactación química ó sea, la acumulación de sales de sodio en la raíz de la planta.

Los desechos en el suelo dan origen a focos de infección, proliferación de hongos, plagas y microorganismos.

También cuando se fumiga con productos químicos, tienen olores característicos que persisten durante un tiempo y luego se disipan. La quema previa del terreno hace que persista por algún tiempo el humo y los desechos sólidos que emite la misma quedando en suspensión hasta disiparse.

Los drenajes de las parcelas están conectados con los ríos que cubren las cuencas, lo que indica que existe un continuo recambio de aguas en las plantaciones procediendo a la depuración de las mismas.

El uso de los productos químicos puede ocasionar:

- Impactos agroecológicos como la eliminación de insectos polinizadores, depredadores y rebrotes de plagas.
- Impactos ecológicos-ambientales produciendo mortalidades de fauna silvestre, fisiológicas, reproductivas, bioquímicos, etiológicos.

Conocer la problemática del fuego es el primer paso a seguir para desarrollar una cultura de protección al medio ambiente y a los cultivos.

Para prevenir y combatir el fuego es necesario involucrar a la comunidad, requiere trabajo en equipo y de la innovación constante de métodos de prevención y control así como también la asignación de recursos financieros y de tiempo. (Agrohispasa, 1997)

2.7. Sistemas tecnificados de siembra para cultivos.

El tecnificar el proceso de siembra ayuda a mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos. Básicamente consiste en mantener una cubierta orgánica permanente o semipermanente del suelo (por ejemplo, un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo) para protegerlo del sol, la lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar" y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica.

2.7.1. Sistema mecanizado.

La mecanización agrícola abarca la utilización de los medios técnicos para mecanizar la producción, así mismo comprende el estudio de los fundamentos, constitución orgánica, funcionamiento, operación y mantenimiento de las maquinas. Además incluye las fuentes de energía y los conocimientos de selección y administración. (Hans Meier, 1993)

Las sembradoras parecen ser de origen muy antiguo, por ser empleadas en la agricultura china desde tiempos muy remotos, el desarrollo de las sembradoras fue lento, pues no presentaba una economía, en la ejecución del trabajo, sino que este en general, era mas caro; en vez de un solo operario o dos, iba otro labrando detrás para enterrar la semilla, se emplea una maquina con su medio de tracción y un operario o dos. Pero la operación se muestra ventajosa cuando se considera la economía de semilla por hectárea y la regularidad obtenida.

Para realizar mejor y mas rápidamente las labores entre líneas, interesa que la distancia entre estas sea suficiente, aunque acortemos la distancia entre plantas, en la medida de lo posible.

Es necesario determinar para cada planta el óptimo de producción, que no siempre coincide con el óptimo económico, sino que este corresponde a un número de plantas por hectárea. También la profundidad de siembra es muy importante para la germinación y el desarrollo de las plantas. Asimismo, el enterrado de la semilla ha de asegurar la germinación y arraigo, comprimiendo el suelo cuando sea preciso.

Es importante conocer la calidad de una semilla, la cual viene determinada por su pureza, su poder germinativo, la integridad de los granos y la carencia de daños externos. Por ello hay que tener en cuenta los siguientes factores: grado de pureza, poder germinativo, velocidad de germinación y vigor germinativo.

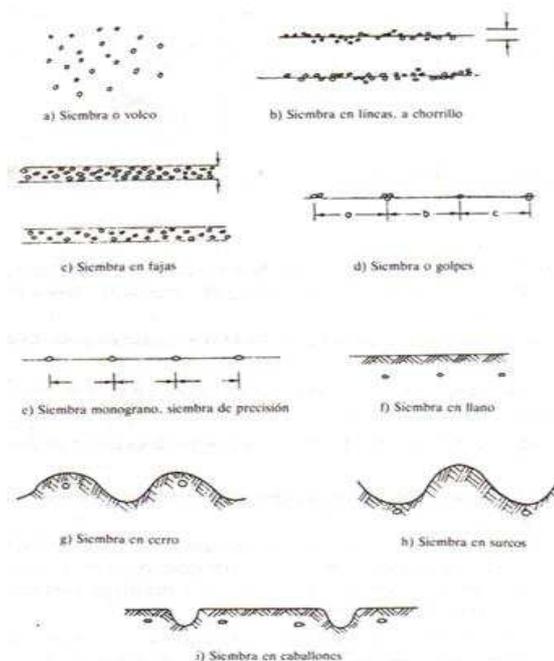
Las plantas necesitan un mínimo de superficie para su normal desarrollo, así por ejemplo una planta de maíz necesita unos 500cm². El número de plantas por hectárea será entonces de 200,000.00

Para que las maquinas sembradoras trabajen adecuadamente es necesario que las semillas presenten uniformidad en forma y tamaño. Ello se consigue mediante el cribado de la semilla, con los que se logra, además, mejorar su calidad, al separar las fracciones donde es más probable haya un poder germinativo menor. (Ortiz Cañavate J. 1989)

2.7.1.1. Formas de realizar la siembra.

La siembra se puede realizar a voleo, en fajas y en líneas, y dentro de esta ultima modalidad, a chorrillo y a golpes; por otra parte, las semillas después de la siembra, pueden quedar en llano, en caballones (en cerro o en surco) o en mesetas, todas estas modalidades están indicadas en la **Figura 2.**

La plantación en surcos esta bastante generalizada en regiones semiáridas, ya que la semilla esta situada en la



zona mas humedad y las plantas quedan protegidas del viento. La siembra en cerro es conveniente en regadillo y en zonas de abundantes lluvias, por facilitar el drenaje. La siembra en caballones se esta generalizando para muchos cultivos hortícola en regadillo, adaptándose la huella del tractor al ancho del caballón y viceversa.

(Ortiz Cañavate J. 1989)

2.7.1.2. Objetivos de la siembra mecanizada.

Incrementar la producción.

- Aumentar los rendimientos a través de una preparación óptima del suelo y una siembra adecuada.
- Reducir las perdidas y el riesgo de producción.
- Conservar la calidad de los productos.

Mejorar la ejecución del trabajo.

- Ahorrar mano de obra y reducir el tiempo de trabajo.
- Aliviar el trabajo(transportar el producto cosechado en vagones, en lugar de llevarlo al hombro)
- Mejorar la comodidad del trabajo.

Elevar la rentabilidad de la producción.

- Utilización racional de los medios de producción
- Reducción de los costos de mecanización.
- Mejor control de la producción y de la gestión mediante medios técnicos de apoyo.

Mejorar las técnicas de trabajo.

- Combinación, adecuada de herramientas, implementos, equipos y maquinaria en la producción agropecuaria, para optimar los costos de producción.
- Aplicación de nuevas técnicas de trabajo. (Meier H. 1993)

Las maquinas sembradoras deben de reunir las condiciones siguientes:

- Poder variar la cantidad de semilla por hectárea.
- Regulación de la profundidad de siembra.
- Siembra uniforme, aunque la velocidad de trabajo varíe.
- No producir daños a las semillas.
- Poseer la suficiente autonomía para reducir al mínimo los tiempos muertos en la carga de la tolva.
- Polivalencia para distintos tipos de semillas.
- Adaptación al relieve del terreno.
- Visibilidad para el control de su funcionamiento.
- Facilidad para el llenado y vaciado de la misma así como de mantenimiento.
- Facilidad de transporte.(Ortiz Cañavate J. 1989)

3. METODOLOGIA

Figura 2. D
de siembra

3.1. Diseño de la sembradora.

Estando claros de la necesidad imperante de crear tecnologías propias, se procedió a realizar el diseño de una maquina que facilitara la labor de siembra de los pequeños agricultores, siguiendo pasos ordenados y sistemáticos para lograr concluir con éxito dicho proyecto.

3.1.1. Reconocimiento de la realidad o problema.

Esta fue la primera actividad desarrollada en el proceso de diseño, la cual se baso en la observación y caracterización de la siembra realizada por los agricultores en laderas, a través de giras de campo se visitaron lugares de la zona rural que cumplieran con condiciones de ladera, concentrándonos en la zona central de El Salvador, entre los lugares visitados están Comasagua y Zaragoza en el departamento de La Libertad, algunos de los datos de interés que se recolectaron fueron: *Tipo de herramienta usada por el agricultor (tamaño y material), Semillas (variedades), Cantidades de semillas por área, área sembrada, semillas por postura y distanciamientos*; todos estos datos se recopilaban a través de una encuesta (ver Anexo 1).

3.1.2. Análisis de principios de maquinas ya existentes.

Para realizar esta actividad se hicieron visitas periódicas al campo experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas con el objetivo de analizar los principios de los diferentes sistemas de dosificación de semillas, materiales y espesores de algunas piezas de estas sembradoras; entre las que podemos mencionar Sembradora de precisión Drill, sembradora de cuatro cuerpos Jhon Deere, también se revisaron equipos extranjeros de plantadoras manuales (matraca) y entrevistas de personas conocedoras de los sistemas manuales de siembra.

3.1.3. Presentación de propuestas de diseño.

Se procedió a recopilar y analizar ideas expresadas por los investigadores, se evaluaron independientemente cada una de las ideas, apoyadas por bosquejos, esquemas, textos y principios de funcionamiento de sembradoras ya existentes, conjuntadas todas las ideas propuestas, definiendo principios de funcionamiento y posibles materiales, se hizo la propuesta y presentación de los diseños satisfactorios.

3.1.4. Proyecciones de funcionamiento.

Una vez definidas las propuestas que cumplieran con los requisitos de confiabilidad seguridad y utilidad, se procedió a hacer la evaluación de adecuación, a través de cálculos matemáticos, geométricos y físicos; que permitieron hacer una proyección de la funcionabilidad de la maquina y obtener el diseño final.

3.1.5. Condiciones de funcionalidad de la sembradora.

Fue de gran importancia definir el principio de funcionamiento de la sembradora, el cual se *traduce en el movimiento de una placa semillera desplazándose sobre un sistema de riel, el cual transporta una semilla desde un deposito hasta la bota de siembra*, dejando claras algunas condiciones que esta tubo que reunir:

- Deposito con suficiente cantidad de semilla para evitar recargas continuas durante la labor.
- Materiales capaces de resistir las condiciones a las que la maquina será sometida.
- Adaptabilidad al chuzo tradicional para lograr aceptación por el agricultor.

- Peso adecuado.
- Reducción en la cantidad de semilla utilizada por área.
- Contacto mínimo entre el agricultor y semilla.

3.1.6. Descripción de diseño propuesto.

Pensando en la adaptabilidad que debe tener la maquina al chuzo, (herramienta tradicional mas usada para la labor de siembra por los pequeños agricultores en zonas de ladera) se diseño una sembradora cuyo sistema de riel fuera colocado de forma vertical, (*placa móvil o rotor fijo, con movimiento vertical*) que dosificara una semilla de maíz por postura, contenida en un depósito de fácil carga que consiste en una mochila de transporte cómodo, con suficiente cantidad de semilla para evitar recargas durante la actividad, accionado por un dispositivo a través de la fuerza humana; para facilidad en el diseño la maquina se divide en 4 partes las cuales son:

1. **Mecanismo accionador.**
2. **Deposito de semilla.**
3. **Sistema dosificador**
4. **Bota de siembra.**

La disposición y diseño de cada una de las piezas es de gran importancia, debido a que cada una de estas estará formando un sistema independiente, que en conjunto deben lograr depositar una semilla en el terreno de siembra:

1. **Mecanismo accionador:** Este mecanismo debe de cumplir la función de mover la placa dosificadora desde un punto de carga hasta la descarga en la bota de siembra. Se propusieron construir diferentes dispositivos que constaran de una palanca de tiro conectada a la placa semillera por un alambre, además se propuso la prueba de diferentes cables disponibles en el mercado.
2. **Deposito de semilla:** Se propuso un depósito que facilitara el transporte de la semilla al lugar de siembra, con suficiente cantidad de semilla para evitar las recargas durante la labor, eficientizando así el tiempo para realizar dicha actividad, se propone que este deposito se coloque en la espalda del agricultor (mochila), se observaron depósitos de diferentes materiales y tamaños que podían ser reciclados y reutilizados para disminuir el costo de la maquinaria, entre estos se encontraban como posibles alternativas, botellas y depósitos para agua, sacos, etc.
3. **Sistema dosificador:** Se pensó en un depósito conectado a la mochila por medio de una manguera que constantemente lo alimentara de semilla, este tiene el propósito de acomodar y llevar la semilla de manera correcta a un agujero de salida, hasta la *placa semillera* que transporta una sola semilla hacia la bota de siembra. El diámetro de la placa, se ha estimado a partir de espesores y tamaños máximos de diferentes variedades de semillas certificadas por casas comerciales en el país. A demás se tomaron referencias de platos semilleros de sembradoras comerciales existentes. La placa estará sujeta a dos dispositivos en sus extremos, por un extremo un *resorte* el cual estará sujeto al dosificador y por el otro extremo al cable, produciendo un movimiento de vaivén.
4. **Bota de siembra:** Este sección se encargara en llevar la semilla, al agujero hecho por el chuzo, garantizando así la postura del la semilla dentro del agujero. El posible material a usar es lámina en forma rectangular.

3.2. Construcción de piezas y prototipos.

Esta fase comenzó básicamente luego de definir el diseño específico y haber estudiado las consideraciones básicas sobre el diseño propuesto, siguiendo con la construcción del equipo a evaluar.

Para la creación del prototipo fue necesario contar con tecnología y maquinaria especializada para las actividades de creación, es por eso que se auxilió con el laboratorio de mecánica agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador.

3.2.1. Selección de materiales.

En esta fase de la investigación se identificaron los posibles materiales a tomar en cuenta para la construcción de las piezas, teniendo en cuenta las consideraciones siguientes: Resistencia, deflexión, rigidez, corrosión, forma, fricción, lubricación, comercialización, costo, mantenimiento, peso y vida. Todos estos parámetros se medirán por medio de experiencias de trabajos previos y observaciones de los investigadores. Algunas propuestas de materiales por piezas son:

1. **Placa dosificadora:** Platina de hierro, aluminio, fibra de vidrio.
2. **Dosificador:** Aluminio, lamina de hierro, lamina de acero inoxidable, lamina Galvanizada.
3. **Mecanismo accionador:** Alambre galvanizado, cables acerados, manecillas de Mecanismos de frenos (motocicletas y bicicletas).
4. **Deposito de semilla:** Plástico, polipropileno, yute y materiales reciclados.
5. **Bota de siembra:** Tubo PVC, poliducto, lamina galvanizada, plástico.

3.2.2. Pruebas de los principios de funcionamiento.

Se construyeron modelos de prueba para determinar si las piezas o mecanismos cumplían con los principios y funciones para las cuales fueron diseñadas en un primer momento.

3.2.3. Selección del resorte.

Para elegir el resorte que llevaría el dosificador, fue necesario partir de resortes disponibles en el mercado con un ancho y largo adaptables a las dimensiones estimadas de la maquina, habiendo hecho una colección de resortes comerciales se les realizaron las respectivas pruebas de resistencia, colocándolos dentro de la maquina y simulando el trabajo al que seria expuesto, una vez elegido el resorte que mejor se ajusto a las necesidades se le hizo la siguiente prueba:

La técnica para evaluar la constante de fuerza del resorte fue colgándolo verticalmente y sujetando en el extremo inferior del resorte un cuerpo de masa m , el resorte se estira a una distancia d , desde su posición de equilibrio, por la acción de la “carga” mg , como la fuerza del resorte es hacia arriba, debe equilibrar el peso mg , que es hacia abajo, cuando el sistema está en reposo. En este caso se aplicó la ley de Hooke. (Serway, 1993)

Formula:

$$k = \frac{mg}{d}$$

Primero se tomaron las medidas con un pie de rey, en condiciones de reposo (sin estirar) y luego se colocó en un equipo especialmente para medir la resistencia, agregándole peso en N. Con una balanza semianalítica se pesaron todos los instrumentos que estarían en contacto con el resorte para no alterar la información. Se midió la longitud

en reposo, luego se adiciono un peso determinado y se obtiene una nueva longitud, para después saber el grado de deformación si es que existiera, se le colocaron pesos conocidos en N, y se medio la elongación, así se determino con exactitud la resistencia (N/pulg) antes que se deforme.

Algunas especificaciones a calcular para el resorte son:

Longitud.
Diámetro externo.
Diámetro del hilo.
Peso del resorte.

Nota: Una vez obtenida la constante k necesaria, se procedió a la revisión de un catalogo de materiales para seleccionar un resorte que reuniera las especificaciones requeridas.

3.2.4. Pruebas sobre el prototipo construido.

Una vez definidas todas las piezas que constituirán la sembradora, se realizaron pruebas ya con todos los sistemas trabajando en conjunto, aquí se pusieron en práctica algunas de las observaciones echas en el campo durante la fase de diseño.

3.2.4.1. Número de semillas dosificadas por accionamiento.

En esta prueba se simularon los movimientos que realizan los agricultores sobre el “chuzo” cuando hacen la labor de siembra, como por ejemplo: golpe sobre el suelo, ángulo y dirección de inclinación de la herramienta. Se realizaron 50 accionamientos, contando el número de semillas dosificadas por accionamiento, esto se repitió 3 veces, determinando posteriormente el promedio de semillas que dosifico por accionamiento, esta prueba se hizo con diferentes variedades de semillas certificadas.

3.2.4.2. Eficiencia de dosificación de semilla.

Al igual que en la prueba anterior se simularon los movimientos que realiza el agricultor, con la diferencia que en esta se evaluaran tres parámetros:

- 1) Dosificación de una semilla.
- 2) Dosificación de dos semillas.
- 3) Dosificación de cero semillas.

Se realizaron 50 accionamientos, contando el número de semillas dosificadas por accionamiento, repitiéndolo 3 veces. Determinando porcentaje en que se repetían los parámetros anteriores; para esta prueba se utilizara la variedad de semilla certificada de mayor tamaño en el mercado.

3.3. Evaluación del equipo.

La tercera fase consto de una serie de pruebas que se le hizo al prototipo en campo, dichas pruebas se realizaron procurando mantener los procesos de preparación de suelo (cuando existían) que el agricultor utiliza, también se establecieron zonas productoras de maíz con diferentes condiciones topográficas, climáticas y edafológicas para

así poder observar el comportamiento de la maquina bajo diferentes condiciones. Para la evaluación se hicieron repeticiones en campo de tal manera que se reduzca al mínimo el error experimental.

3.3.1. Definición del procedimiento general.

Este tipo de sembradora deposita la semilla en agujeros hechos con la propia sembradora. El espacio entre agujeros (golpes) es fijado por el operador quien lleva a cargo la sembradora. Así también la profundidad de siembra.

3.3.2. Mediciones durante la prueba.

Como se planteo anteriormente se pretende lograr construir una maquina adaptable a todas las condiciones imperantes en el territorio nacional, si bien es cierto muchos de los terrenos que poseen los pequeños agricultores en el territorio nacional presentan elevadas pendientes (agricultura en laderas), existe otro gran porcentaje que lo hace en terrenos relativamente planos, y la pendiente es solamente una de las variantes que podemos encontrar dentro de la gran diversidad de suelos que existen en El Salvador, hay otros factores que definen y clasifican los suelos como: Factores físicos (textura, estructura, color, origen), humedad, pedregosidad.

También se tomaron en cuenta condiciones agro ecológicas que pueden afectar y/o tener incidencia en las condiciones de trabajo dificultando o facilitando la labor de siembra (tiempo que toma realizar la labor) como por ejemplo: Cobertura vegetal, cultivo en asocio, rastrojos de cultivos anteriores etc.

Es por esta razones que se ha definido no solamente un tipo de terreno para llevar a cabo las pruebas de campo de la maquina sembradora, sino el de definir diferentes zonas del territorio Salvadoreño con el objetivo de someter la maquina a diferentes condiciones de trabajo y observar su desempeño.

Mediciones:

- Delimitación del área de trabajo
- Tiempos de trabajo.
- Pendiente.
- Contenido de humedad.
- Características físicas del suelo.
- Pedregosidad.
- Distanciamiento entre surcos o hileras.
- Distanciamiento entre plantas.

3.3.2.1. Delimitación del área de trabajo y toma del tiempo.

Se definirá dentro del terreno un área de trabajo para realizar las pruebas, esta tendrá que ser lo mas homogénea posible porque se subdividirá en cuatro partes de las cuales 2 servirán para realizar las labores con la herramienta (chuzo) sin modificaciones, haciendo la labor como normalmente la realiza el agricultor, y 2 para realizarla con la maquina en prueba. Se han definido las medidas así: Se tomaran 12 surcos con una longitud de 10m cada uno y cada subdivisión constara de 3 surcos, la distancia entre surcos dependerá de cada agricultor, de no haber una preparación previa del suelo se marcara la misma distancia (10m) y se trabajaran 12 hileras. (Figura 3).

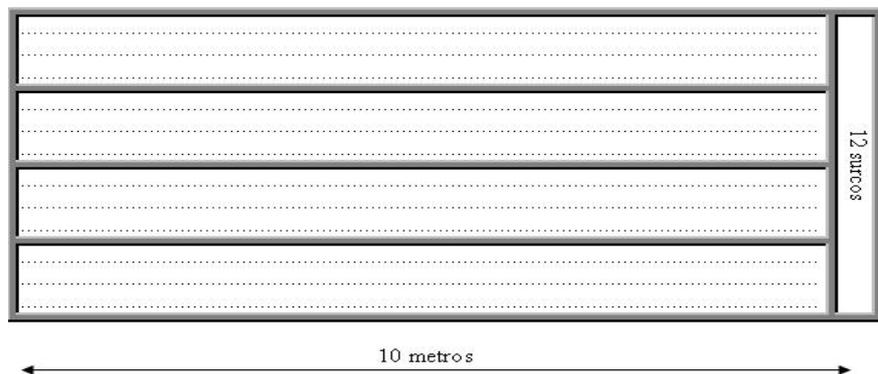


Figura 3. Esquema del área de trabajo para toma de tiempos.

3.3.2.2. Determinación de la pendiente.

Esta se determinara utilizando como principal herramienta la cinta métrica, operando bajo las funciones trigonométricas. Se formara un triángulo rectángulo con la cinta y el suelo, en donde el lado opuesto formado por la cinta medirá 10 metros, la hipotenusa estará formada por el suelo del terreno, siendo la medida del lado adyacente la pendiente por ejemplo: $b = 10$ m, $a = 3$ m. entonces la pendiente será de 30 % (Figura 4).

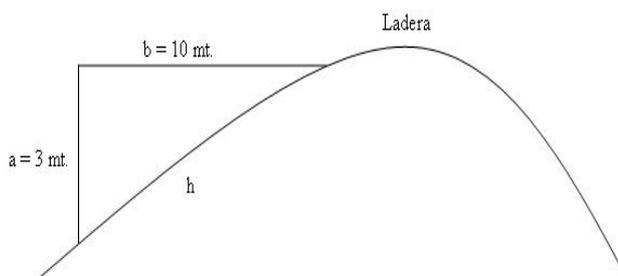


Figura 4. Esquema determinación de la pendiente

3.3.2.3. Determinación de humedad del suelo.

Se determinara la humedad total de los suelos en que se realizaran las pruebas, tomando 4 muestras al azar del la parcela delimitada para la prueba, se guardaran en bolsas plásticas con su debida rotulación, llevándolas el mismo día al laboratorio siguiendo este proceso:

1. Peso de la muestra en balanza semi-analítica.
2. Peso de cajas metálicas en balanza semi-analítica.
3. Rotulación de cajas metálicas conteniendo la muestra.
4. Muestra en estufa durante 24 horas.
5. Extraer las muestras de la estufa y colocar en desecador durante 2 horas.
6. Toma de peso de las cajas conteniendo muestras en balanza semi-analítica.

Formulas:

Peso de muestra seca = Peso de caja conteniendo muestra - Peso de cajas metálicas.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso de muestra humada} - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100$$

3.3.2.4. Determinación de textura de suelo.

Para obtener la medición de la distribución del tamaño de las partículas del suelo se ocupó un método para estimar el tamaño y distribución de las partículas del suelo, el método manual es el siguiente: Una bola de suelo fino de aproximadamente 2.5 cm de diámetro es formada, se le agrega agua lentamente hasta que se aproxima a su punto pegajosos, es decir en el punto en el cual el suelo apenas empieza a pegarse en la mano. La extensión a la cual el suelo húmedo puede deformarse es indicativa de su textura (Figura 5).

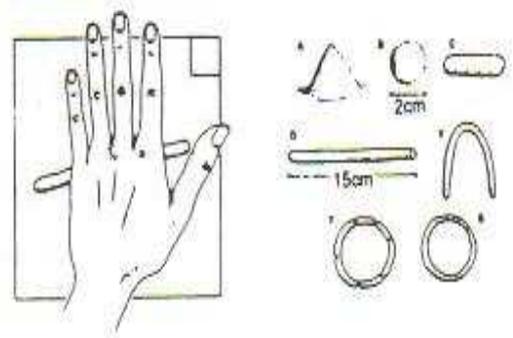


Figura 5. Estimación de la textura del suelo.

Tipos de textura:

A Arenoso: El suelo permanece flojo y disgregado, solo puede formarse en una pirámide.

B Arena-francosa: El suelo contiene suficiente limo y arcilla para volverse algo cohesivo y puede formarse en una bola que se desbarata fácilmente.

C Franco-limoso: es como a la arena-francosa pero rodándosele toma la forma de un cilindro corto y grueso.

D Franco: Debido a que contiene aproximadamente igual cantidad de arena, limo y arcilla puede formarse en un cilindro de más o menos 15 cm de longitud que se rompe si se dobla.

E Franco-arcilloso: Es como para el franco aunque puede doblarse en "U", pero no mas, sin que se rompa.

F Arcilla ligera: se le puede doblar en circunferencia que muestra quebraduras.

G Arcilla pesada: se le puede doblar en circunferencia sin que muestre quebraduras.

Podrá notarse que cuando un suelo franco o limoso se seca, desprenderá polvo fino al rascársele o soplarle en la superficie, pero al suelo arcilloso no; el limoso es extremadamente polvoso debido a su bajo contenido en arcilla. El franco cuando esta húmedo se le siente jabonoso y mas o menos plástico; si se le talla entre los dedos hasta secarlo dejo polvo en la piel, pero el arcilloso no. (Sims, B. y Smith, 1993)

3.3.2.5. Determinación de pedregosidad y cobertura vegetal del suelo.

Para determinar estas dos características del terreno de trabajo se tomaran dos porciones de terreno dentro de la parcela delimitada, una para cada cual, haciendo un cuadrado perfecto de 1m × 1m, tomando el porcentaje de cobertura o pedregosidad según sea el caso por medio de la estimación.

3.3.2.6. Toma de datos y observaciones no cuantificables.

Esta claro que las maquinarias se comportan diferente en ambientes distintos, y algunas como las mencionadas anteriormente se pueden medir, además existen otro tipo de condiciones de las maquinas que no se pueden medir, pero se pueden percibir por ejemplo: Puedo medir el peso de la maquina, pero no puedo medir la fatiga que esta le ha causado al agricultor.

Esta es solo una de las consideraciones de diseño y más que eso uno de los requisitos que debe cumplir la maquina (mejorar condiciones de trabajo); esto sin dejar atrás la percepción de los agricultores sobre el desempeño de la maquinaria. Para la captura y recuperación de este tipo de información se pasara una encuesta corta a cada agricultor ([ver anexo 2](#)), que incluye preguntas sobre:

- a) **Semillas:** Variedades mas utilizadas, distanciamientos, numero de semillas por posturas.
- b) **Tipo de herramienta:** Se detalla el tipo de chuzo, tamaño y material del que esta echo.
- c) **Formas de protección durante la labor:** Esto para conocer si existe algún tipo medida que evite el contacto con los agroquímicos que contiene la semilla certificada.
- d) **Preguntas específicas y abiertas sobre la sembradora:** Esto con el fin de saber los aspectos a mejorar sobre algunos dispositivos específicos de la maquina, y la opinión general que tiene el agricultor después de usar la sembradora, esta incluye algunas preguntas como: El parecer sobre el peso de la maquina, existencia de fatiga, percepción sobre la mejora de la labor, precio que estaría dispuesto a pagar por la maquinaria y si se le facilitara o no el mantenimiento de esta.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Diseño preliminar.

Es importante tomar en cuenta, que en El Salvador no existen tecnologías apropiadas, para los agricultores que siembran granos básicos en condiciones de ladera, lo que representa un riesgo para su salud, al realizar un manipuleo directo de los productos agroquímicos para el tratamiento de semilla (**MARCHALL, BARREDOR, MALATION y otros**), usados en la actividad de siembra. También no dejemos a un lado los diferentes dificultades que atraviesan los agricultores en adquirir semilla certificada, afectando grandemente la economía familiar, el esfuerzo físico que ellos deben hacer ocasiona fatiga excesiva por exponerse mucho tiempo al sol y tomar posturas inadecuadas.

Tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas, se procedió a la formulación y creación de una maquina que ayudara a disminuir las dificultades que atraviesa el agricultor bajo condiciones tan desfavorables.

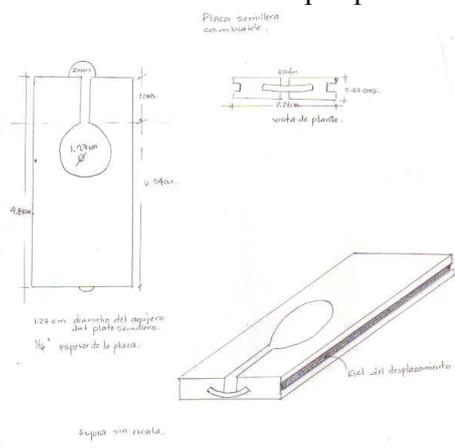
4.1.1. Propuesta inicial.

Tratando de solventar la problemática antes mencionada, se planteo el diseño de una maquina sembradora que se adaptara al chuzo tradicional utilizado por agricultores que siembran en condiciones de ladera y que además eficiente la labor de siembra manual. Esta maquina debe de cumplir con algunos requisitos mínimos entre ellos: un deposito de semilla con suficiente capacidad para almacenar granos que satisfagan las necesidades para el área de siembra mas frecuente de los agricultores en ladera; un sistema que permita colectar una semilla del deposito y trasladarla hasta un dispositivo de descarga ubicado sobre el agujero realizado por el chuzo; debe poseer un mecanismo de fácil accionamiento y manipulación, que evite al agricultor tomar posturas inadecuadas para depositar la semilla en el suelo.

4.1.1.1. Resultados de diseño vertical.

Con el propósito de obtener un sistema que permitiera la recolección de una semilla y que además pudiera transportarla se diseñó:

Placa semillera: de platina de que se acomode principio de los espesor es de como resultado Figura 6.



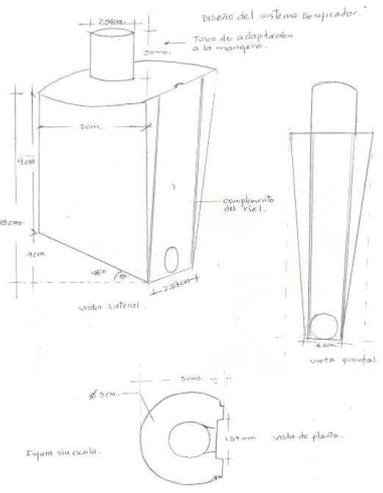
El diseño de la placa, consistió en una pequeña sección hierro fundido, con un espesor suficiente para ayudar a la semilla. Estas dimensiones se tomaron en un platos semilleros de las sembradoras mecánicas, cuyo 4mm y el diámetro del agujero para maíz de 1.25cm, de diseño se obtuvo el bosquejo que se ve en la

Figura 6. Bosquejo, placa semillera.

Este diseño se sustentó en que el espesor de la placa debía ser igual o mayor que la mitad del espesor del grano y el diámetro del agujero colector debía ser igual al diámetro del grano de la variedad de maíz mas grande que existe en el mercado nacional (HS-5G)

Sistema Dosificador.

Como se menciona en la metodología este sistema permite pequeña cantidad de semilla y con un orificio de salida semillera colectara el grano y se desplazara con el hasta un Para su construcción se sugirió el uso de lámina número 5, la cual facilita el manipuleo y soldadura. A anterior se propuso el bosquejo visto en la Figura 7. El dosificador consistía de un cilindro de 6 x 14 cm. La diseño con una inclinación de 45°, lo cual facilitaría el orificio de carga, donde lo colectaría la placa semillera.



almacenar una donde la placa sitio de descarga. galvanizada partir de lo parte inferior se flujo hacia el

Figura 7. Bosquejo, dosificador.

Bota de siembra: Se definió el diseño de este dispositivo, dándole no solo la función de depositar la semilla hasta el fondo del agujero abierto por el chuzo, además de ser un complemento del sistema dosificador, el cual poseía un sistema de riel en el cual se desplazaría la placa semillero que colectaba la semilla desde el orificio de carga y la transportaría hasta el orificio de descarga (2cm) en la bota de siembra que permitió el desplazamiento de la placa semillera como se observa en las Figura 8, 9 y 10.

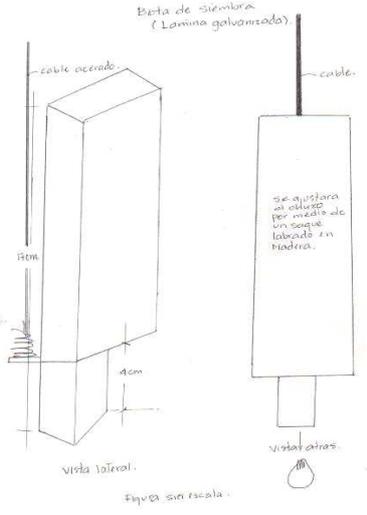
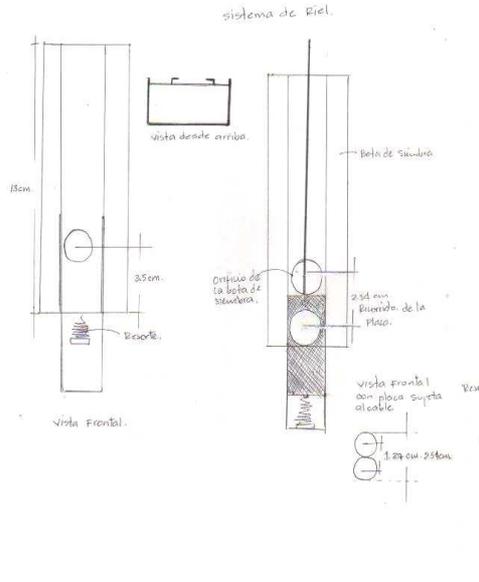


Figura 8. Bosquejo, bota de siembra.

Figura 9. Bosquejo, bota de siembra vista frontal.

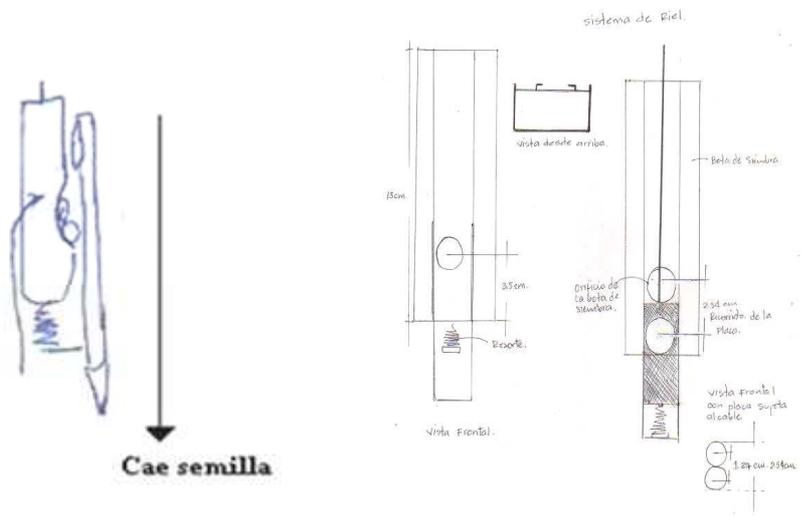


Figura 10. Bosquejos, Sistema de riel.

El sistema de bota de siembra como complemento del sistema dosificador pretendía que el agujero de la placa semillero en su estado de reposo coincidiera con el orificio de carga en el sistema dosificador a través de un

mecanismo de accionamiento, la placa se desplazaría en el sistema de riel de la bota de siembra y descargaría el grano en el orificio de descarga de la misma, tal como se observa en la Figura 10.

Para el desplazamiento de la placa sembrero se proponía un punto fijo adaptado al chuzo, el cual contendría un muelle o resorte que permitiría el desplazamiento de la placa sembrera.

Con todos los sistemas antes propuestos se llegó a obtener un bosquejo general de la sembradora, tal como se presenta en la figura 11, donde se identifican los diferentes sistemas: Deposito de semilla (mochila), sistema dosificador, sistema accionador y bota de siembra.

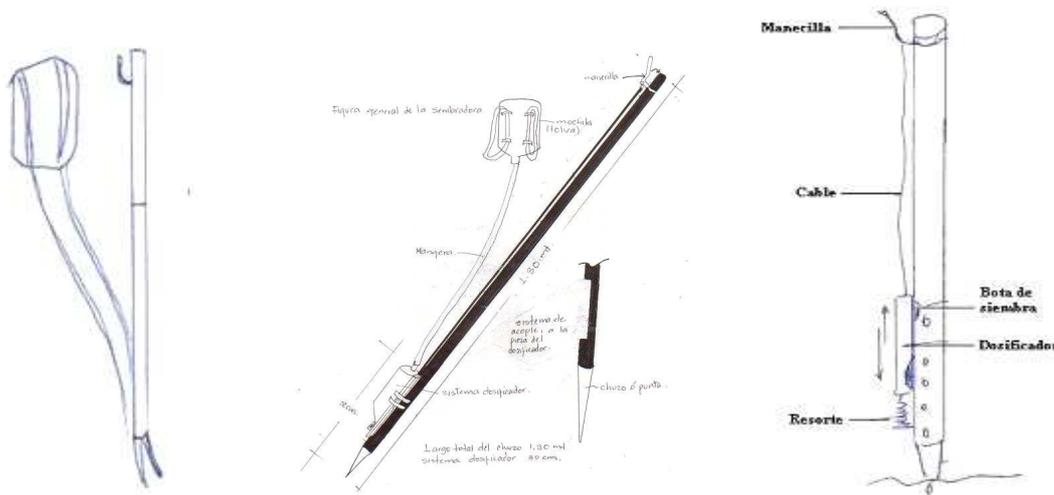


Figura 11. Bosquejo general de la maquina de chuzo.

Como se observa en la Figura 11, la maquina poseía una mochila que tenía la función de contener suficiente semilla, esta a su vez era transportada al sistema dosificador por una manguera. De manera general se pretendía que la maquina colectara una semilla desde el sistema dosificador, el cual iba a ser accionado por una manecilla de bicicleta que hace la función de palanca, desplazando la placa sembrera por un recorrido que permita llevar la semilla hasta la bota de siembra, y esta a su vez la transportaba hasta el agujero abierto en el suelo por el chuzo.

4.1.1.2. Resultado de construcción y evaluación de piezas vertical.

Una vez plasmado y evaluado en papel, la posible propuesta para los diferentes mecanismos que conformaban el diseño vertical se procedió a la construcción de los siguientes sistemas:

a) Sistema dosificador.

Primera construcción: Esta pieza se construyó de madera, respetando las medidas del bosquejo de la figura 7, se le formó internamente un sistema de acomodamiento de semilla en la salida, para evitar atascamientos como se ve en la Figura 12.

En este modelo se pudo observar como se produjo un atascamiento en sistema, dificultando además el acomodamiento del grano; el material encuentra hecho (madera) agudiza el problema. Es por esta razón que la fabricación de la misma sección en lámina galvanizada, para disminuir rozamiento (fricción) y simular de mejor manera el material definitivo



la salida del del que se se decidió la el factor de de la sección.

Figura 12. Modelo en madera del dosificador vertical.



Segunda construcción: se decidió la fabricación de la misma estructura, con lámina galvanizada, agregándole una estructura de acomodamiento, que consistió en una pestaña de lámina curvada que se colocó en la parte inferior (Figura 13).

En la última construcción, aun persistía el problema en la salida y acomodamiento de la semilla, la estructura agregada en la parte inferior no favoreció al cometido, se probaron distintos ángulos de inclinación (55° 45° y 60°) y no se pudo eliminar el problema.

Debido a que no se pudo solventar el problema de atascamiento del grano se formuló la idea de colocar ese mismo sistema dosificador de forma horizontal, teniendo el sistema de riel en la parte inferior, que por gravedad ayudara a colocar la semilla en la placa, y poder hacer la descarga de grano. Del diseño propuesto en el bosquejo de la figura 11 únicamente se construyeron y evaluaron el dosificador y la placa semillera, debido a los problemas presentados en el dosificador se decidió la creación

de un nuevo modelo en forma horizontal.

4.1.2. Propuesta de diseño horizontal.

Esta es una propuesta alternativa al primer diseño de la sembradora, diferenciándose de la primera, por el posicionamiento horizontal del sistema de riel (*movimiento horizontal de la placa semillera*), aunque esta requerirá de mayor espacio, incrementando el ancho de la máquina, se determinó que por la posición de la placa, las leyes naturales (gravedad) facilitarían el acomodo de la semilla sobre la placa semillera y además mejoraría la caída de semilla sobre el agujero de siembra.

En este nuevo modelo se modificarán: **El sistema dosificador, mecanismo accionador, tolva, chasis y bota de siembra.**

4.1.2.1 Resultados de diseño horizontal.

A continuación se presenta el principio de funcionamiento de la propuesta de dosificador horizontal (Figura 14).

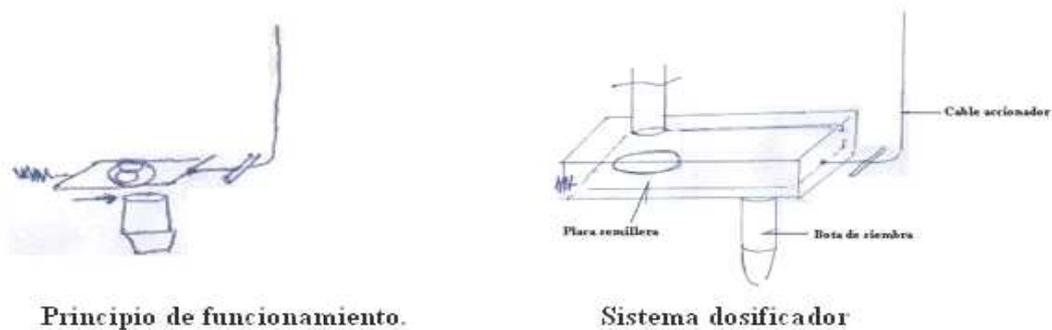


Figura 14. Principio e idea principal del sistema dosificador horizontal.

El principio de funcionamiento se mantiene igual que en el diseño vertical, cambiando únicamente la posición del dosificador a un plano horizontal.

4.1.2.2 Resultado de construcción y evaluación de piezas horizontal.

Basados en los nuevos bosquejos del diseño horizontal, se procedió a construir y evaluar el funcionamiento de las mismas.

a) Dosificador

Primera construcción. El dosificador se comienza a construir utilizando lámina galvanizada, para facilitar los posibles cambios. Se construyó una caja rectangular, con dimensiones de 7 X 2 cm, además contenía un sistema de riel, donde se desplazó la placa semillera con una longitud de 8 cm, (Figura 15). Sin embargo al evaluarlo no fue funcional debido a que la sección del sistema dosificador, contaba con espacios muy reducidos, producía atascamientos de grano, evitando que estos se acomodaran en la placa semillera y fueran transportados al orificio de descarga, dado este problema se decide hacer otra construcción.



Figura 15. Primera prototipo de sistema dosificador horizontal

Segunda construcción. En la segunda construcción se observó que persistía el problema de atascamiento de grano dentro del sistema; por lo tanto fue necesario agregar piezas que facilitarían el acomodamiento, y se construyó una pequeña sección de lámina galvanizada que ayudaría a evitar el problema y le llamamos (regulador de flujo), también se colocó un limpiador que facilitaría el acomodamiento y restringiría el paso de semillas (Figura 16).



Figura 16. Segunda construcción del dosificador horizontal, regulador de flujo y limpiador.

El regulador de flujo disminuyó en gran medida el problema de atascamiento y acomodamiento de semilla. Debido a los buenos resultados obtenidos con la adición de este dispositivo, se aumentaron los trabajos en modificar este con el fin de aumentar la eficiencia del sistema. Respecto al limpiador se puede decir que presentó muy buenos resultados en el acomodamiento y restricción del número de semillas hacia la bota de siembra.

Tercera construcción: En el sistema dosificador, ya contábamos con una pieza que favorecía al acomodamiento del grano (regulador de flujo) sin embargo no se eliminó por completo, es por esta razón que se decidió reducir el volumen del dosificador haciendo cortes a diferentes alturas, procurando mantener poca semilla dentro de dicho sistema. Debido al poco espacio se retiró el sistema regulador de flujo. Para poder sostener el limpiador se colocó una pequeña sección de lámina como soporte (Figura 17).

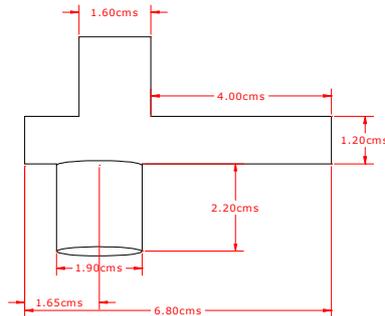


Figura 17. Tercera construcción del dosificador

Con esta construcción, se realizaron las pruebas de laboratorio, y se observaron mejoras en el problema de atascamiento de semilla, entre la placa semillera y la entrada del tubo de carga. En cuanto a la posición del limpiador no presentó ningún problema.

Cuarta construcción: Con el resultado anterior se decidió construir el mismo modelo, con materiales más resistentes, en lámina galvanizada número 20, suficiente para resistir golpes y soldadura con estaño, las dimensiones son las siguientes: 5.40 x 6.80 cm.

Esta última construcción presentó los mejores resultados en cuanto a funcionalidad disminuyendo el problema de atascamiento de semilla, por lo tanto se decidió fuera la pieza definitiva en la máquina (Figura 18).



A

B

Figura 18. Sistema dosificador (A. Diseño definitivo, B. Dimensiones).

b) Placa semillera.



Primera construcción: Se partió de las dimensiones de los platos semilleros ya existentes en las sembradoras mecánicas. A partir de estos se dimensiono una placa utilizando platina de hierro dulce, con las siguientes dimensiones: 0.4 cm de espesor, y un ancho de 2.0 cm a la cual se le perforo un agujero con un diámetro de 1.27 cm (Figura19).

Figura 19. Primera construcción palca semillera

Después de haber realizado las pruebas de carga y transporte de semilla (var. HS 5G), se determino que las dimensiones del agujero eran demasiado pequeñas, además el espesor no favorecía al acomodamiento de la semilla en el sistema dosificador, por tal razón se decidió realizar la modificación de la placa.

Segunda construcción: Se aumento el espesor a 0.6 cm y un 1.31, manteniendo el mismo ancho, sin embargo el problema se (Figura 20).



diámetro de persistió

Figura 20. Segunda construcción placa semillera

Tercera construcción: A raíz de lo observado anteriormente, se aumentar las medidas a 1.50 cm. de diámetro del agujero, y el mm. En esta construcción se decidió darle una longitud de 5.2 cm, lo que la placa se desplazara desde un sitio de carga en el dosificador



decidió espesor a 0.3 cual permitía hasta el

agujero de la bota de siembra, manteniendo el mismo ancho de la placa anterior. Al realizar la prueba en el dosificador se pudo observar que el grano se acomodaba fácilmente en la placa semillera, transportando la semilla a la bota de siembra con éxito (Figura 21).

Figura 21. Tercera construcción placa semillera

Después de construida la placa surgió la necesidad de idear un sistema que accionara a la placa en el sistema dosificador, como se estableció en la metodología este se compone de un cable, un muelle y la placa.

Cuarta construcción. Para solventar el problema de cómo sujetar la placa semillera al cable, se seleccionaron diferentes tipos de materiales como: sujetadores plásticos, prisioneros metálicos, alambres y rayos de bicicletas. El rayo de bicicleta presento buenos resultados en la unión al cable, por la ventaja de tener en un extremo una rosca fina y un cabezal que se soldó con estaño al extremo del cable. El extremo del rayo roscado y el cabezal en el cable sirven de unión entre el cable y la placa. Al rayo se le dio una longitud de 5.60 cm y se unió al extremo de la placa con soldadura autógena de bronce (Figura 22).

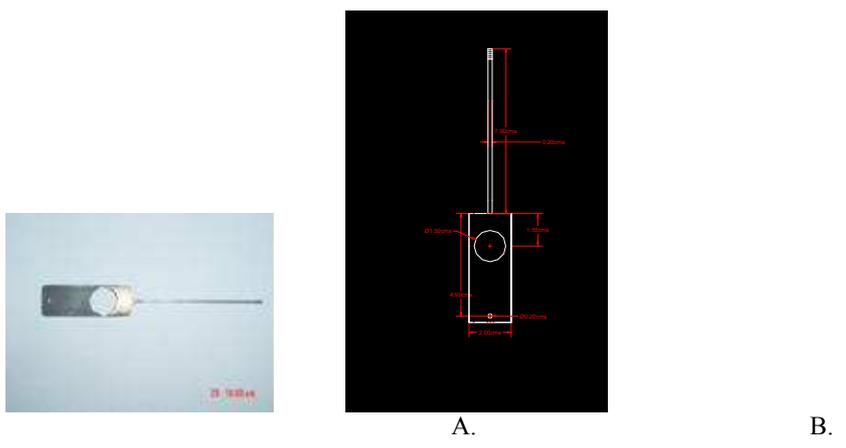


Figura 22. Placa semillera con extensión para sujetar al cable. (A. Diseño definitivo, B. Dimensiones).

c) Limpiador: El limpiador propuesto se construyo buscando un material con características de ser un material bastante flexible, el cual tendrá contacto directo con la semilla, y la función de acomodar y restringir el paso la misma en el orificio de la placa semillera, para esto se realizaron las siguientes construcciones

Primera construcción: Se comenzaron a elaborar limpiadores, con materiales que tuvieran las antes mencionadas, los materiales utilizados fueron: esponja, tacos de plásticos, secciones de cepillos dentales (Figura 23).



distintos
características
Caucho,
y otros

Figura 23. Diferentes limpiadores en la primera construcción.

De la construcción anterior se pudo concluir, que el material que presento mayor flexibilidad y funcionalidad fue el limpiador construido con cepillo dental.

Segunda construcción: Debido a que el limpiador compuesto de presento los mejores resultados, se le coloco una sección de lamina Nº 20 unido mediante calor para sujetarlo, usando las cerdillas como Se dispuso en la parte transversal a la placa 5 líneas de cerdillas y en longitudinal 3 (Figura 24).

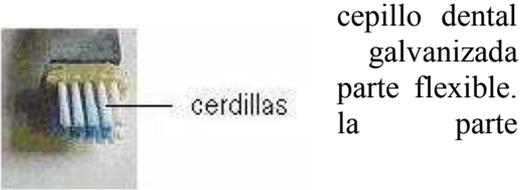


Figura 24. Limpiador hecho de cepillo dental.

Hechas las pruebas respectivas, se observo que el numero de cerdillas en lo longitudinal era excesivo, imposibilitando el acomodamiento del grano, por esto se modifico la pieza.

Tercera construcción. Para poder tener un limpiador funcional, fue necesario disminuir la sección longitudinal de las cerdas a la mitad, produciendo mejoras y disminuyendo por completo el problema de atascamiento (Figura 25).

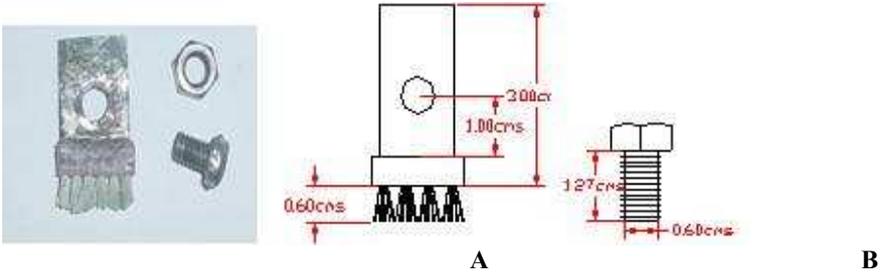
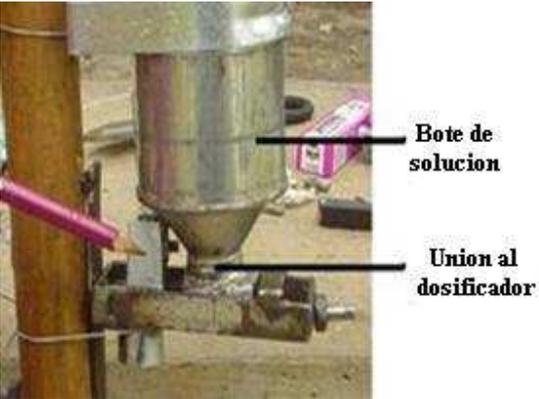


Figura 25. Pieza definitiva del limpiador (A. Diseño definitivo, B. Dimensiones).

d) Tolva: Para la construcción de la tolva se descarto la idea de una mochila (diseño vertical), y se propuso el modelo de un cilindro metálico; para el dimensionamiento del cilindro se tomo como criterio la cantidad de semilla utilizada para sembrar una extensión de 875m² que corresponden a la unidad “TAREA” (unidad de medida de los agricultores), ya que la mayoría de los agricultores poseen como promedio dicha área.

Primera construcción: Tomando en cuenta el parámetro anterior, se decidió construir un cilindro que se dividido en dos secciones, la primera sección llega al cuerpo del dosificador por medio de un embudo, la segunda es la extensión del cilindro. Se realizaron pruebas con diferentes depósitos y materiales, entre ellos plásticos y de metal. Entre los que mejor resultado dio en la primera sección fue un



depósito de solución de frenos para automóviles de ¼ de litro, este se caracteriza por poseer forma cilíndrica y de embudo que constituiría la salida o la descarga al sistema dosificador. (Figura 26).

Figura 26. Bote de solución de la tolva, y tapadera del dosificador.

Sin embargo se presentaron dificultades cuando se realizaron las pruebas con semilla, no Permitía una fluidez constante, provocando acumulación de grano en la entrada al dosificador.

Segunda construcción: A raíz del problema presentado, se sembradoras manuales como la matraca (sembradora de espeque Anexo 3. En esta sembradora se observo un dispositivo ubicado inferior de la tolva, que sostiene el peso de las semillas en la parte evitando de esta manera el atascamiento de las semillas en la le llamo regulador de flujo.



estudiaron otras brasileña) ver en la parte superior, salida, a este se comprobó que dosificador. Se punto de apoyo

Durante las pruebas que se realizaron con este dispositivo se el peso de la semilla tendía a doblarlo y obstruía la salida al considero que este efecto se debía a que solo estaba sujeta por un (Figura 27).

Figura 27. Sistema de regulador de flujo.

Tercera construcción: Para superar el problema anterior se le agrego otro punto de apoyo al regulador de flujo solucionando por completo el problema (Figura 28).

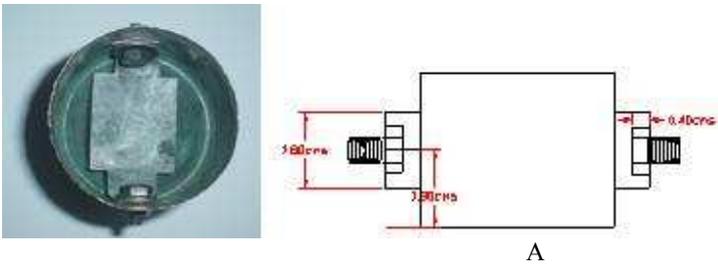
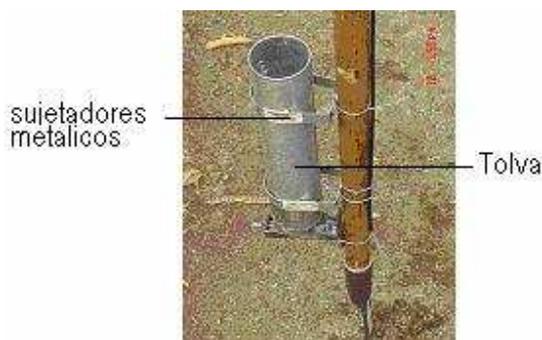


Figura 28. Sistema regulador de flujo de la tolva (A. Diseño definitivo, B. Dimensiones).

La segunda sección de la cual consistía la tolva era del mismo diámetro de la primera sección de la su vez fue apoyada a la mancera por medio de metálicos de lamina galvanizada que distribuyen comerciales, pernos de dos pulgadas de longitud atraviesan la mancera. Las dimensiones de este (6.61cm de diámetro y 30.6 cm de longitud) Ver Las dimensiones de este cilindro albergan 0.45 Kg, implica un incremento de peso excesivo por la grano a la maquina. Capacidad que sirve para una “Tarea” realizando únicamente tres recargas.



un cilindro, tolva; esta a sujetadores las casas que cilindro son **Figura 29.** lo cual no cantidad de sembrar

Figura 29. Tolva y sujetadores metálicos.

e) Cable del sistema accionador: Las deseadas para el cable son resistencia y lo tanto se decidió utilizar un cable acerado de con forro de un diámetro de 1mm. Las las siguientes: 1.185 m de longitud total del cable longitud del forro, y en el extremo inferior se un cabezal de rallo de bicicleta con rosca interna por soldadura de estaño, para facilitar el acople a Esta construcción presento el mejor resultado

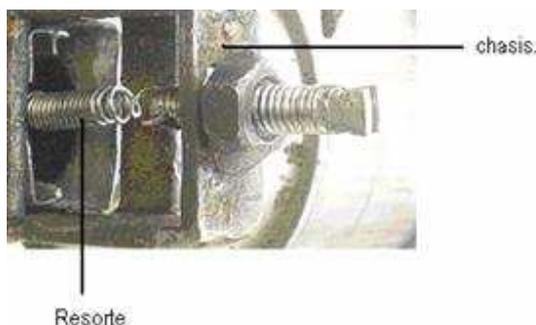


características flexibilidad; por freno de bicicleta dimensiones son y 1.115 m de encuentra sujeto de 0.017 m, unido la placa semillera. (Figura 30).

Figura 30. Cable con sujetador a la placa semillera.

e) Resorte: En esta etapa se evaluaron distintos resortes, considerando que teníamos poco espacio en el chasis (estructura que nos facilitaría ajustar el resorte) se evaluaron en la práctica los siguientes:

Primera evaluación: Para ésta se probaron de alambre galvanizado, y de acero inoxidable, de 2, 3, 6 y 8 cm, los cuales se distribuyen en comerciales. Después de haber realizado las determino que el desplazamiento era muy provocando deformación y alterando todas las físicas de los resortes; por lo tanto el resorte eran útil para cumplir nuestro propósito (Figura



distintos resortes con longitudes diferentes casas pruebas, se grande propiedades deformado ya no 31).

Figura 31. Prueba del resorte, deformándose.

Segunda evaluación: Se decidió ya no tomarle importancia al tamaño, si no enfocarnos en la resistencia a la deformación, que nos garantizara mayor duración y funcionalidad del sistema disparador. Es por eso que partiendo de los resortes evaluados se realizaron pruebas de elongación en el Laboratorio (Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES) con el objetivo de determinar el esfuerzo máximo antes de que el resorte sufra deformación. (Figura 32).



Figura 32. Prueba de evaluación de la elongación del resorte agregando pesas.

De las pruebas de laboratorio para obtener la constante K se determino el recorrido necesario para desplazar y conducir al orificio de bota de siembra la semilla fue de 4 cm, determinando la constante en: **30 N/cm** (16.76 LVF/pulg.) Ver Anexo 4.

Conociendo K se busco a través de catálogos la siguiente especificación para el resorte:

Resorte de acero pulido diámetro exterior, ¼ pulgada, Diámetro hilo 1.04 mm, longitud 2 pulg., Capacidad de 35.80 N/cm. (20 LVF/pulg.). Este resorte solventó el problema en la primera construcción y se decidió que seria el diseño definitivo de la pieza (Figura 33).

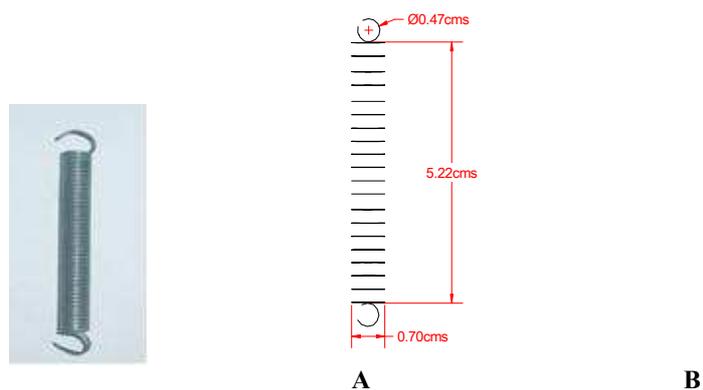


Figura 33. Resorte (A. Diseño definitivo, B. Dimensiones).

Es importante mencionar que este resorte nos garantiza que no se deformara, siempre y cuando no se le aplique un esfuerzo mayor a 20 LVF/pulg., y que además cumple con el requisito del recorrido de la placa sembrera.

f) Chasis: Esta estructura nos ayudo a darle soporte a todo el cuerpo de la sembradora (sistema dosificador, sistema disparador, bota de siembra), este se dimensiono en función del ancho del sistema dosificador. (2.40cm).

Primera construcción: Se considero que esta parte se debe construir con un material duro y resistente al igual que las uniones y soldaduras, por lo tanto se probo con una varilla de hierro fundido de 0.5cm de diámetro y con una longitud de 12cm de largo. Sin embargo cuando se realizo la prueba de acople al sistema dosificador, resulto que su longitud era insuficiente y por ser varilla delgada no sujetaba el cuerpo del dosificador provocando una inestabilidad en el mismo.



Segunda Construcción: Se modifiko la longitud a 14 cm, manteniendo el mismo ancho, pero se modifiko el material utilizando platina de 13 mm ancho, con una soldadura eléctrica normal, agregando soportes en su interior para darle un punto de apoyo al dosificador (Figura 34).

Figura 34. Segunda construcción del chasis.



Tercera construcción: En la construcción anterior obtuvimos como resultado una estabilidad en los cuerpos de la sembradora, pero presentaba un problema en el sistema disparador, donde el espacio para el resorte era demasiado pequeño, por lo tanto se mantuvo la misma idea pero aumentando la longitud a 16 cm y colocando pines que nos ayudarían a sujetar el chasis a la manquera (Figura 35).

Figura 35. Tercera construcción del chasis

Cuarta construcción: La tercera construcción presento buenos resultados en cuanto a dimensiones y forma de acoplarse a los diferentes dispositivos de la sembradora, a esta sección se le conoce como: *sección de soporte al sistema dosificador*. Además se tuvo que construir un *soporte al sistema accionador*, cuyas dimensiones son: 9.10 X 4.30 cm. Al soporte del sistema accionador se le doto de un regulador de tensión, que permite sujetar el cable (Figura 36).

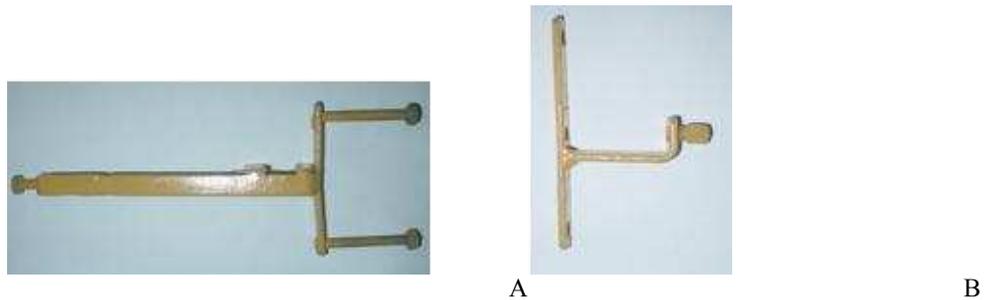


Figura 36. A. Soporte al sistema dosificador y B. Soporte al sistema accionador.

g) Bota de siembra: La bota de siembra consiste en un conducto de semilla, pieza que facilitara la descarga del grano, producto del desplazamiento de la semilla en el sistema dosificador, para esto se construyeron los siguientes modelos:



Primera construcción: La bota de siembra esta formada por una sección de tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro de PVC, y una longitud de 15 cm, con diferentes, dobleces. Pero debido a que se dificultaba su adaptación al sistema dosificador, y el material era demasiado rígido se decidió descartar el modelo (Figura 37).

Figura 37. Primera bota de Siembra de PVC.

Segunda construcción. En esta construcción se identificaron distintos materiales que facilitarían al acople con el sistema dosificador, se evaluaron mangueras negro (polietileno) y traslucido, se realizaron las pruebas y ambos superaron el problema de rigidez, pero la manguera de polietileno presento el inconveniente de no poder observar la caída del grano al momento del accionamiento de la maquina; ese factor fue muy importante en la evaluación con los agricultores, por lo tanto se decidió usar la bota de siembra de manguera traslucida, y sostenerla con sujetadores de plástico como diseño de pieza final (Figura 38).



materiales que facilitarían al acople con el sistema dosificador, se evaluaron mangueras negro (polietileno) y traslucido, se realizaron las pruebas y ambos superaron el problema de rigidez, pero la manguera de polietileno presento el inconveniente de no poder observar la caída del grano al momento del accionamiento de la maquina; ese factor fue muy importante en la evaluación con los agricultores, por lo tanto se decidió usar la bota de siembra de manguera traslucida, y sostenerla con sujetadores de plástico como diseño de pieza final (Figura 38).

Figura 38. Bota de siembra de manguera plástica traslucida.

h) Manecilla: Se propuso el uso de una manecilla en forma de palanca, como las que se usan en los frenos de bicicleta de tamaño estándar, se encuentra ubicada en la parte superior de la manquera o también llamado palo del chuzo.

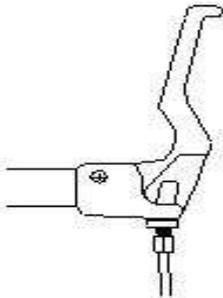
Primera evaluación: Como realmente la manecilla es una pieza que fabricada por casas comerciales, se decidió evaluarla durante el observo lo siguiente: cuando se acciona la manecilla el cable acerado se aflojaba perdiendo tensión (Figura 39). El problema anterior la frecuencia de disparos disminuyera y por tanto se aumentara el realizar la labor.



se encuentra proceso se se deslizaba y provocaba que tiempo para

Figura 39. Manecilla pre fabricada.

Segunda evaluación: Para solucionar el problema presentado se varios modelos de manecillas metálicas y plásticas; entre estas se manecilla de plástico, que en su parte inferior tiene un mecanismo tensión y un seguro que garantiza que el cable acerado no se salga, evaluó en campo y se solvento dicho problema (Figura 40).



seleccionaron evaluó una regulador de por lo tanto se

Figura 40. Manecilla con sistema Regulador de tensión.

i) Mancera: La manquera es la misma estructura que utilizan los agricultores, acompañado con un chuzo o punta metálica. Para la manquera se propone usar madera torneada con un diámetro de 3.5 cm, y una longitud de 1.10 m, para que en el extremo superior sea ubicada la manecilla del sistema accionador.

Primera evaluación: Debido a que las estaturas que agricultores son muy variantes, se hace necesario ajustar la estatura del operario. De lo contrario podría incomodar labor.

La posición de la manecilla en la manquera dificultaba el accionamiento, ya que no contaba con un punto de apoyo, incomodidad y a la vez incrementando el tiempo de (Figura 41).

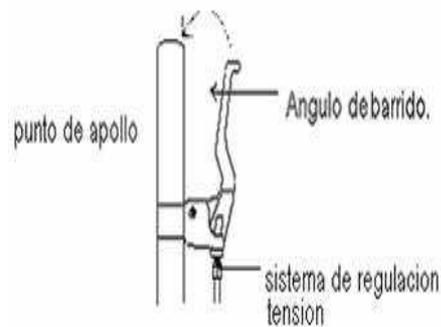


Mancera.

presentan los la manquera a o dificultar la

provocando trabajo

Figura 41. La mancera y manecilla.



Segunda Evaluación: Para resolver el problema de tamaño de la mancera, se decidió tomar como base la estatura promedio de las personas de El Salvador (1.50 m), por lo tanto se colocó una mancera de 1.30 m, ya que la punta o chuzo comercial suma 0.20 m y en las primeras evaluaciones, los agricultores sugirieron que era necesario un punto de apoyo en la mancera para facilitar el accionamiento de la manecilla por ello se decidió aumentar el tamaño 14.5 cm a la mancera para proporcionar un punto de apoyo (Figura 42)

Figura 42. Punto de apoyo al sistema accionador y extensión de la mancera.

Al realizar las pruebas de accionamiento se observó que el ángulo de barrido no fue suficiente para alcanzar el recorrido de la placa semillera.

Tercera evaluación: Debido al problema anterior se modificó la parte superior de la mancera desgastándola hasta conseguir un Angulo de barrido de 85° , necesario para el accionamiento. Después de hacer las modificaciones necesarias en la mancera y cumplir el Angulo de barrido, se pudo observar una mejora en el accionamiento del sistema, permitiendo tener un punto de apoyo de igual modo la altura de la mancera se ajustó a la mayoría de los agricultores de nuestro medio (Figura 43).

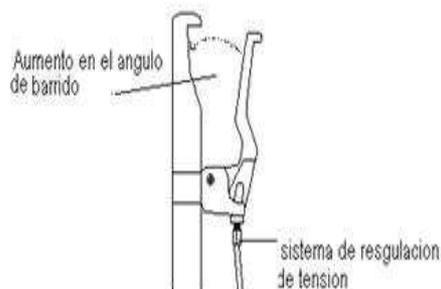


Figura 43. Modificación de la mancera para lograr el ángulo de barrido.

j) Chuzo o punta: Para esta pieza no se hicieron muchas debido a que en la siembra de maíz, frijoles y maicillo se variedad de chuzos entre ellos grandes, anchos, pequeños artesanalmente. Por lo tanto solamente se utilizo el chuzo "huizute", ya que es la punta mas usada en condiciones pieza que se utilizo tiene 19.5cms de longitud (Figura



consideraciones, utiliza una gran y fabricados llamado de ladera, la 44).

Figura 44. Huizute.

Sin embargo se pudo observar que la gran agricultores usan chuzos que ellos fabrican, los materiales más comunes son: machete y cumas desgastadas, Sujetas amarre a un mango de madera (Figura



mayoría de los mismos pedazos de con alambre de 45).

Figura 45. Chuzo para la labor de siembra hecho por los agricultores.

La finalidad de fabricar chuzos por ellos mismos, es facilitar la hechura de los agujeros de siembra en condiciones de extrema pedregocidad, influyendo grandemente los patrones culturales de la zona.

4.2. Construcción del prototipo final.

Después de haber concluido el proceso de construcción y pruebas del diseño, y descartando la idea de colocar una placa semillera que tuviera un desplazamiento vertical, (Idea inicial), no siendo esta funcional, se adopto la modalidad de esa misma placa con un desplazamiento horizontal (idea final), donde se obtiene como resultado piezas funcionales, es decir que estos elementos llenaron las expectativas que anteriormente se plantearon para la creación de una sembradora manual.

La construcción de las piezas se hizo en función a las evaluaciones preliminares; cabe mencionar que los materiales iniciales para la construcción, se seleccionaron por los investigadores debido a características como: fácil moldeo y corte, sin embargo para la construcción de las piezas definitivas fue necesario el empleo de maquinaria y personal especializado, entre los materiales utilizados tenemos: Lamina galvanizada y hierro fundido (Figura 46).



Figura 46. Proceso de construcción con dos tipos de materiales (Hierro y lamina galvanizada)

4.2.1. Características de los materiales de construcción.

A continuación se presenta las características de los materiales usados en el prototipo definitivo, a si con algunas de sus especificaciones.

Cuadro 4. Características de los materiales de construcción.

Piezas construidas.	Características de los materiales.
Dosificador	Lamina galvanizada N° 20
Placa semillera	Platina de hierro fundido de 3/8, soldada con bronce y extensión de rayo de bicicleta.
Sujetadores de plásticos.	Cintas de plástico de polietileno desechables.
Limpiador	Lamina galvanizada N° 20 y cerdillas de cepillo dental.
Tolva	Sección de bote de solución de freno y un cilindro de lámina galvanizada N° 20, soldada con estaño.
Sujetadores metálicos	Lamina galvanizada, con pernos de 2 pulg. De longitud y roscas.
Cable del sistema disparador	Cable acerado de freno de bicicleta y cabezal de rayo.
Resorte	Resorte de acero pulido, ¼ pulgada diámetro exterior, de 2 pulg., de longitud
Chasis	Platina de hierro fundido de 0.3 cm de espesor y 13 mm de ancho, unido con soldadura eléctrica de bronce.
Bota de siembra	Manguera traslucida de 1 pulg. De diámetro externo.
Manecilla	Manecilla de freno para bicicleta.
Mancera	Mango de madera torneada perforada con un diámetro de 3.5 cm
Chuzo o punta	Hierro fundido en forma de punta.

Fuente: Información generada por los investigadores.

Nótese en el cuadro anterior que en su mayoría los materiales usados en la construcción, son piezas ya fabricadas para otro tipo de maquinaria; sin embargo se ha buscado la adaptación de éstas, con el objeto de poder tener materiales de gran accesibilidad y de bajo costo. Dichos materiales se encuentran a disposición en diferentes casas comerciales en nuestro país.

4.2.2. Resultado definitivo del prototipo.

Después de haber concluido con la construcción de las piezas definitivas como se ve en los planos del [Anexo 5](#), comienza el proceso de ensamblaje de los elementos que conforman la maquina, teniendo el conjunto de elementos y sistemas (Figura 47).

Sistema Dosificador:

- 1-Cuerpo del dosificador
- 2-Limpiador
- 3-Placa semillera.

Mecanismo accionador

- 4 Manecilla
- 5- Cable
- 6- Resorte

Tolva.

- 7- Sección inferior de descarga
- 8- Cilindro metálico
- 9- Regulador de flujo.
- 10- Sujetadores.

Chasis

- 11- Soporte sistema dosificador.
- 12 -Soporte al sistema accionador.

Bota de siembra.

- 13- Conducto de semilla
- 14 -Sujetadores.
- 15- Punta o chuzo

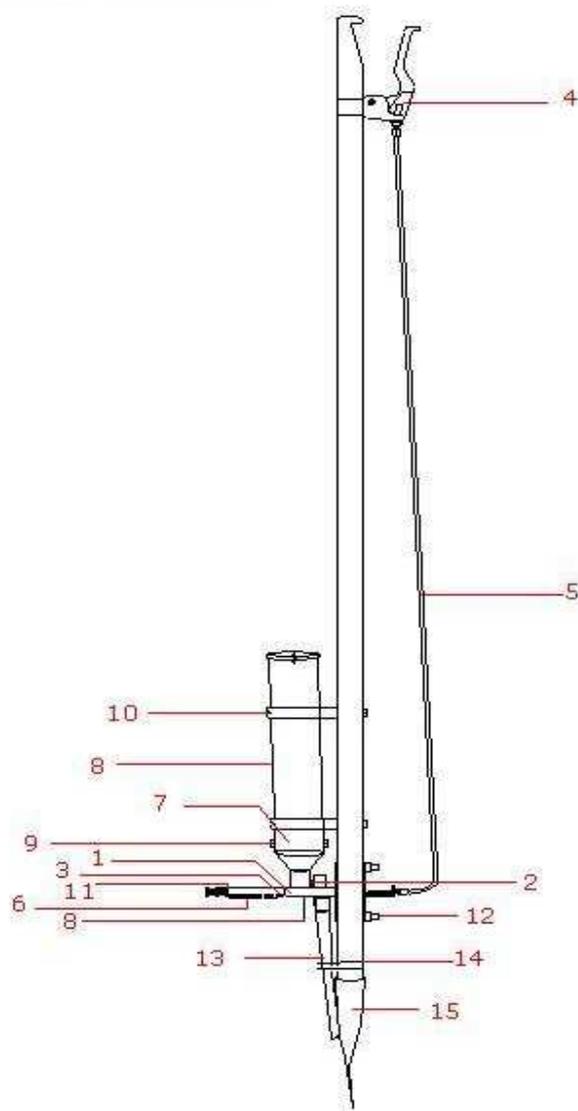


Figura 47. Sistemas y elementos que componen la sembradora.

4.3. Evaluación del funcionamiento.

Teniendo el prototipo armado y completo con cada uno de los sistemas que lo conforman, se decidió iniciar el proceso de evaluación de funcionamiento, para ello se realizaron evaluaciones de laboratorio y campo.

4.3.1. Pruebas de laboratorio.

Estas pruebas de evaluación se centraron en aquellos aspectos en los que probablemente se tendrán más problemas, como es la cantidad de grano que descargaría por accionamiento según la variedad (HS-5G) y otras, así como también la eficiencia de los disparos y número de semillas por postura (1 o 2 granos).

4.3.1.1. Descarga del grano.

Para determinar el número de granos que lograría desplazar la placa semillera, fue necesario hacer las pruebas de laboratorio; partiendo de las dimensiones ya definidas en la pieza final de la placa semillera Se procedió a realizar un ensayo tomando en consideración el grano más grande (HS-5G) y distintas variedades de maíz certificado de uso mas frecuentes por los agricultores, HS-21, HS-8, HS-9 y HS-5G (Cristiani Burkard S.A. de C.V. 2004) (Figura 48).



Figura 48. Resultados de descarga de grano por accionamiento en el sistema dosificador

En el ensayo anterior se pudo observar que el grano de mayor tamaño, (variedad. HS-5G), por cada accionamiento solamente descarga un grano, esto debido a que la placa semillera, se encuentra dimensionada al tamaño exacto del mismo, por lo tanto cuando se realicen ensayos con otra variedad de semilla con diferente tamaño, dará como resultado la descarga de 2 o 3 granos.

4.3.1.2. Pruebas de la eficiencia de dosificación de la maquina.

Esta fue una prueba realizada en el laboratorio, simulando las condiciones de trabajo a las que la maquina seria expuesta; usando la semilla HS-5G; para ello se hicieron 3 repeticiones de 50 disparos y los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Frecuencia de la dosificación de grano.

Cantidad de grano	Eficiencia (%)
Un grano.	85
Dos granos.	5
Ningún grano.	10

Fuente: Información generada por los investigadores.

En el cuadro anterior se refleja la cantidad de grano descargado por un solo accionamiento; donde la eficiencia de disparo de un solo grano es de 85%, lo anterior se puede atribuirse a que aun existen dificultades en el sistema dosificador y partes que lo componen (limpiador y placa semillera) al haber una modificación en estas piezas existe la posibilidad de aumentar la eficiencia de descarga. Ocasionalmente arroja dos semillas y hace descargas no efectivas. Sin embargo, esta condición no afecta la descarga efectiva, ya que se puede repetir el disparo de semilla hasta que sea efectiva, implicando esto un incremento en el tiempo de siembra.

4.3.2. Evaluación en campo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos después del proceso de evaluación con agricultores de diferentes zonas del país.

4.3.2.1. Caracterización de las zonas.

Para este proceso de evaluación fue necesario caracterizar las zonas debido a que se presenta una variedad de factores, y así poder visualizar el efecto ocasionado en la labor de siembra bajo las diferentes condiciones del lugar. A continuación se presentan los resultados de las características de las zonas y lugares evaluados con la maquinaria dar un clic en el hipervínculo rojo para ver el video del uso de la maquina y labor manual.

Cuadro 6. Caracterización de las zonas evaluadas.

Zona	Características.
<p><u>Videos</u></p> <p><u>Chalatenango</u></p> <p>Sitio 1.</p> <p><u>Maquina</u></p> <p>Sitio 2.</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p>	<p>Ubicación: Cantón Upatoro, Municipio de Chalatenango, Departamento. de Chalatenango</p> <p>Vías de acceso: se encuentra a 3 kilómetros fuera del cantón, se conduce a través caminos vecinales.</p> <p>Nombre del agricultor: Ángel Martines, F.</p> <p>Características del terreno:</p> <p>Sitio 1. Zona de ladera con pendiente del 80 % y pedregosidad 40%, cobertura vegetal de residuos de cosecha de maíz.50%, 38.93% de humedad de suelo y una textura Franco arcilloso predominaba la zona.</p> <p>Sitio 2. Las características fueron, pendiente del 15%, pedregosidad 10% y cobertura vegetal Zacate y malezas 20%, 48% de humedad del suelo y textura Arcilla pesada.</p>
<p><u>Comasagua</u></p> <p>Agricultor 1</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p> <p>Agricultor 2</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p>	<p>Ubicación: Cantón Las Chilas, Municipio de Comasagua, Departamento de La Libertad.</p> <p>Vías de acceso: El terreno se encuentra ubicado a las afueras del cantón, se accesa a través de veredas y caminos vecinales muy accidentados.</p> <p>Nombre del agricultor:</p> <p>Agricultor 1 Mario Antonio Velásquez.</p> <p>Agricultor 2 Juan Antonio Hernández</p> <p>Características del terreno: la evaluación se hizo en la parte alta de la montaña, es una zona comunal donde la mayoría cultivan maíz, fríjol, para autoconsumo. La zona presenta una pendiente del 60% no le permite hacer preparación de terreno, además 5% de pedregosidad, cobertura vegetal del 95% en su mayoría de zacate, al momento de siembra se realizan las practicas de quema en forma localizada.</p>
<p><u>Panchimalco</u></p> <p>Agricultor</p>	<p>Ubicación: Cantón Los palomos, Municipio de Panchimalco, Departamento de La Libertad.</p> <p>Vías de acceso: el terreno esta ubicado a 1 Km fuera del cantón, su acceso a través de veredas y caminos vecinales.</p> <p>Nombre del agricultor: Mario Merino C.</p>

<p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p>	<p>Características del terreno: la evaluación se hizo en la parte baja de la montaña cafetalera, donde una parte se cultivaba maíz, frijol, maicillo para auto consumo. La zona de evaluación presenta una pendiente del 40% presentando graves problemas de erosión, 10% de pedregosidad, y cobertura vegetal del 70% de maíz en pie (listo para ser doblado) no realiza ninguna práctica de conservación de suelos, y la textura del suelo franco limoso.</p>
<p><u>EEP</u></p> <p>Sitio 1</p> <p>Agricultor A</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p> <p>Agricultor B</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p>	<p>Ubicación: Cantón Tecualuya, San Luis Talpa, Departamento de La Libertad. Vías de acceso: La Estación Experimental y prácticas de la Facultad (EEP) Ciencias Agronómicas, UES, se encuentra ubicado en el km 34, carretera al puerto La Libertada. Para esta evaluación se tomaron en cuenta criterios de personas. Agricultor experiencia en la labor de siembra y Estudiantes de la facultad de ciencias agronómicas sin experiencia de sexo masculino y femenino.</p> <hr/> <p>Características del terreno. sitio 1 Agricultor con experiencia A José Anibal Miguel Agricultor con experiencia B Don Juan Herrera. La evaluación se hizo en la parcela aledaña a lote la BOMBA, es una parcela totalmente plana preparada con tracción motriz limpia de rastrojo sin pedregosidad, la humedad de suelo 24.53%, bajo estas condiciones se evaluaron los agricultores con experiencia.</p> <hr/> <p>Características del terreno. sitio 2 Agricultor con experiencia A Miguel Canizales, H Estudiantes de la Facultad de Ciencia agronómicas UES Estudiante B Amanda Mercedes G. Estudiante C Claudia Petrona J. Estudiante D Juan Adalid A. La evaluación se hizo en una parcela cercana al taller de maquinaria agrícola, el terreno no presentaba cobertura vegetal y la pendiente es totalmente plana, es importante mencionar que el terreno no se encontraba preparado.</p>
<p><u>Colima.</u></p> <p>Agricultor</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p>	<p>Ubicación: comunidad Colonia Belén, Cantón Quitasol, Municipio de Tejutla, Departamento de Chalatenango. Vías de acceso: la comunidad se encuentra ubicado en el Km 41 de la Troncal del norte, a la rivera del río Lempa. Nombre del agricultor: Salvador Martínez, G. Características del terreno: la parcela donde se realizó la evaluación se encuentra a la orilla del río Lempa, es una zona susceptible a inundaciones cuando crece el río en época de invierno; provocando la pérdida del grano de maíz. La Preparación del terreno se hace con bueyes, algunas de las características que presentaba son: 5% de pedregosidad, cobertura vegetal del 95% (maleza de hoja angosta) y una textura franco arenoso.</p>
<p><u>Aguilares</u></p> <p>Agricultor 1</p> <p><u>Manual</u></p> <p><u>Maquina</u></p> <p>Agricultor 2</p> <p><u>Manual</u></p>	<p>Ubicación: Cantón los Mangos, caserío los Llanos, Municipio Aguilares, Departamento de San Salvador. Vías de acceso: El cantón se encuentra ubicado aproximadamente a 5 Km, fuera del municipio de Aguijares. Nombre del agricultores 1) Agricultor con experiencia: Salvador Enrique, S. 2) Agricultora con experiencia: Maria Antonia, F. 3) Agricultora sin experiencia Ada Martines, S Características del terreno: la parcela donde se realizo la evaluación se encuentra a orilla de un cañal, en la zona la preparación de tierra se hace con tracción animal y motriz La parcela presenta un 80% de cobertura vegetal, con un nivel de pedregosidad nula, una</p>

<p>Maquina</p> <p>Agricultor 3</p> <p>Manual</p> <p>Maquina</p>	<p>pendiente totalmente plana, en su mayoría con una textura Franco Arenoso y una humedad total del 22.10%.</p>
---	---

En el cuadro anterior, se puede observar las diferentes características que presentan las zonas evaluadas, entre ellas podemos mencionar: pendientes extrema del 80%, pedregosidad 80% y cobertura de 95%, bajo estas condiciones la máquina se adaptó fácilmente, en el uso y manejo; demostrando funcionalidad y adaptabilidad en condiciones extremas.

4.3.2.2. Propiedades físicas de los suelos.

Las propiedades físicas de los suelos, nos da un parámetro para determinar el efecto producido en la maquinaria en el transcurso de la evaluación; por lo tanto es importante tener en cuenta cuales son las propiedades físicas que más intervinieron en el proceso como se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Propiedades físicas de los suelos en los sitios evaluados.

Zona evaluada	Parámetros a evaluar.					observaciones
	Humedad (%)	Textura del suelo	Pendiente (%)	Cobertura vegetal (%)	Pedregosidad (%)	
Chalatenango						
Sitio 1	38.93	Far	80	40	80	Condición de ladera.
Sitio 2	48.00	Ap	10	10	30	Condición de ladera
Comasagua	23.47	Al	5	70	5	Condición de ladera
Panchimalco	25.21	Fl	40	70	10	Condición de ladera
EEP	24.53	Fa	0	0	0	Suelo preparado tracción motriz
Sitio 1	-	Fa	0	0	0	Suelo no preparado (compactado)
Sitio 2	-	Fa	0	0	0	Suelo no preparado (compactado)
Colima	27.83	Fa	0	95	5	Suelo preparado tracción animal
Aguilares	22.10	Fa	0	80	0	Suelo no preparado.

* Datos obtenidos en el laboratorio de Química Agrícola FFCCAA UES.

Fuente: información obtenida en la evaluación de campo.

Símbolo.	Significado.
Far	Franco Arcilloso
Fa.	Franco Arenoso
Ap	Arcilla pesada
Fl	Franco limoso
F	Franco
Al	Arcilla ligera.

En el cuadro anterior, se presenta un resumen de las condiciones y propiedades físicas que intervinieron en el proceso de evaluación, como se aprecia en el sitio 2 de Chalatenango con un suelo de textura arcillosa y una humedad del 48%, otro caso extremo se presenta en el sitio 1, del mismo departamento con una pendiente del 80% y una pedregosidad del 80%, la cobertura que oscilo desde el 95% en Colima hasta el 0% en el EEP, pasando desde suelos con coberturas de rastrojos de cultivo anterior (maíz), hasta sitios donde la cobertura se constituía por malezas, cortadas recientemente como en el caso de Comayagua, todas las condiciones anteriores en las cuales se evaluó la maquina no imposibilitaron su uso.

Uno de los problemas, que se presentó en la evaluación es una obstrucción o formación de grumos de tierra en la bota de siembra, obstruyendo por completo el paso del grano, esto se debió al alto contenido de humedad (48%), y a la textura pesada presentada en la zona Chalatenango, lo cual incremento el tiempo de la labor, ya que había que limpiar el chuzo y la bota de siembra frecuente.

Lo mismo ocurrió con una condición de terreno demasiado labrado con tracción motriz (arados y rastreados), además el agricultor al momento de la siembra, con el chuzo, hace una picado alrededor del sitio donde depositara la semilla, ocasionando que el chuzo se hunda por completo, y la bota de siembra se obstruya con la tierra.

4.3.2.3. Distanciamientos de siembra.

Este es un factor muy importante en la evaluación de la maquina, los distanciamientos y la uniformidad de estos son determinados por la experiencias del operador, estos distanciamientos se encuentran ligados con el tiempo de trabajo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distanciamientos de siembra usadas en forma tradicional y semi mecanica.

Zona	Distanciamiento de siembra.	
	Distancia entre planta (cm)	Distancia entre surco (cm)
Chalatenango	40	90
Comasagua		
Agricultor 1	40	75
Agricultor 2	40	75
Panchimalco	45	70
EEP		
Sitio 1		
Agricultor con experiencia A	45	65
Agricultor con experiencia B	40	65
Sitio 2		
Agricultor con experiencia A	36	70
Estudiante B	53	-
Estudiante C	32	67
Estudiante D	40	70
Colima	45	90
Aguilares		
Agricultor con experiencia	36	82
Agricultora con experiencia	36	66
Agricultora sin experiencia	38	49

Fuente: información obtenida en la evaluación de campo.

El distanciamiento recomendado por los productores de semilla certificada es 85cm entre surco y 20cm entre planta, estos distanciamientos aprovechan al máximo el potencial y el área física para la producción (Cristiani Burkard S.A. de C.V. 2004). Sin embargo cuando se realizó la evaluación ningún agricultor tomo en cuenta esta recomendación, para ambos métodos de siembra (tradicional y semi mecanizado).

En el cuadro 8 se puede observar claramente, que los agricultores con mas experiencia en la labor de siembra, tuvieron menor variación en cuanto a los distanciamientos de siembra entre 36 y 45cm entre planta y existe variación en los distanciamientos entre hileras que van desde 65 a 90cm. Por otro lado los agricultores sin experiencia (estudiantes y mujeres), presentaron diferencias marcadas en los distanciamientos entre hileras, desde 49 a 82cm.

4.3.2.4. Caracterización del método usado en la siembra por los agricultores.

Existen terrenos con características diferentes, utilizados sin discriminación para la siembra de maíz, lo cual influye grandemente en la forma de realizar la labor, pero además existen los factores culturales (Cuadro 9).

Cuadro 9. Caracterización del proceso de siembra

Zona	Actividades para el proceso de siembra de maíz.	
	Tradicional	semi mecanica (maquina)
	Abre el agujero, cojé y deposita el grano, tapa (chuzo)	Abre el agujero, dispara el grano.
	Pica el suelo, abre el agujero, coje y deposita el grano, tapa (chuzo)	Pica el suelo, abre el agujero, dispara el grano.
Chalatenango	Abre el agujero, coje y deposita el grano, y tapa (chuzo).	Abre el oficio, pica el suelo y deposita el grano, tapa (chuzo)
Comasagua Agricultor 1 Agricultor 2	Limpia el rastrojo del suelo, pica con el chuzo, abre el orificio, coje y deposita el grano y tapa con el chuzo.	Limpia la sección, pica el suelo, abre el agujero, dispara el grano, tapa (Chuzo).
Panchimalco	Limpia, pica el suelo, abre agujero, coje y deposita el gano, tapa (chuzo).	Limpia la sección, pica el suelo, abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
EEP Sitio 1 Agricultor con experiencia A Agricultor con experiencia B	Abre el agujero, coje y deposita el grano, tapa (chuzo)	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo).
	Abre el agujero, coje y deposita el grano, tapa (chuzo)	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo).
	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano,
	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
Sitio 2 Agricultor con experiencia A Estudiante B Estudiante C Estudiante D	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
	No se realizo.	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
Colima	Prepara el suelo, abre agujero, cojé y deposita la semilla, tapa (chuzo)	Abre el agujero, dispara el grano, tapa (chuzo)
Agujares Agricultor con experiencia	Abre el agujero, cojé y deposita el grano, tapa (chuzo)	Abre el agujero, dispara el grano

Fuente: información es basada en las observaciones en la evaluación

En las zonas evaluadas, los agricultores adoptaron diferentes actividades para realizar la labor de siembra, aunque algunos hacen diferentes, esto debido a las condiciones en que se encuentra el terreno como: densa (Evaluación implicando más tiempo en la labor, otro factor que afecta es el cultural a pesar que en algunas zonas se encontraban con una condición de preparación adecuada, el agricultor realizaba actividades innecesarias (evaluación EEP).

Zonas evaluadas.	Numero de granos depositados en la siembra.	
	Tradicional	Semi mecanizado
Chalatenango	2	2
Comasagua		
Agricultor 1	2	2
Agricultor 2	2	2
Panchimalco	2	2
EEP		
Sitio 1		
Agricultor con experiencia A	2	2
Agricultor con experiencia B	2	2
Sitio 2		
Agricultor con experiencia A	-	1
Estudiante B	-	1
Estudiante C	-	1
Estudiante D	-	1
Colima	2	2

debido a las actividades se encuentra el cobertura vegetal Comasagua); tiempo en la labor, afecta es el que en algunas encontraban con preparación agricultor actividades (evaluación EEP).

4.3.2.5. Número de grano depositado por los agricultores.

En la labor de siembra se observo que los agricultores variaban en el número de grano depositado, esto depende de los patrones culturales que presentan en la zona. En el cuadro 10, se observa la variabilidad de la cantidad de grano depositado por postura.

Cuadro 10. Cantidad de grano depositado por postura.

Aguilares		
Agricultor con experiencia	2	2
Agricultora con experiencia	2	1
Agricultora sin experiencia	2	1

Fuente: Información recopilada por los investigadores

Como se observa en el cuadro anterior es una característica frecuente depositar dos semillas por postura, esta acción se encuentra ligada a los tiempos de trabajo. Cuando se utiliza la maquina se pretende que solo se haga un disparo y se deposite una sola semilla por postura, sin embargo no es una condición que resienten los agricultores ya que aun con la maquina depositan 2 semillas por postura, aumentando el tiempo de trabajo ya que deben de accionar hasta más de 2 veces el sistema de disparo.

Sin embargo se pudo observar que las personas que no tienen experiencia, respetan la recomendación de uso de la maquina, la cual indica depositar una semilla por postura reduciendo el tiempo de labor. (Evaluación con estudiantes de EEP y Aguilares) esta condición también fue seguida por las mujeres, que realizaron la evaluación.

4.3.2.6. Tiempo de trabajo.

Los datos presentados a continuación, son el resultado de las evaluaciones realizadas en diferentes sitios. Los tiempos se encuentran relacionados a las condiciones de trabajo (Cuadro 11)

Cuadro 11. Tiempos de trabajo, en la siembra tradicional y semi mecanizado.

Zona	Tiempo de trabajo (min.) 10 mt. *		Diferencia (min.)	Tiempo(seg.) por postura **		Diferencia (Seg.)
	Tradicional	Semi mecanizado		Tradicional	Semi mecanizado	
Chalatenango.	1.90	2.85	-0.95	5.00	12.00	-7
Sitio 1.	1.15	1.35	-0.20	4.00	5.30	-1.30
Comasagua	2.45	3.40	-0.95	5.65	7.00	-1.35
Agricultor 1.	2.09	3.41	-1.39	5.20	9.27	-4.07
EEP.						
Sitio 1						
Agricultor con experiencia A	1.86	2.10	-0.24	4.60	4.28	0.32
Agricultor con experiencia B	1.30	1.77	-0.47	3.24	3.88	-0.64
Sitio 2						
Agricultor con experiencia A	-	1.05	-	-	3.00	-
Estudiante sin experiencia B	-	2.40	-	-	4.14	-
Estudiante sin experiencia C	-	2.80	-	-	4.77	-
Estudiante sin experiencia D	-	1.52	-	-	3.05	-
Panchimalco	1.64	1.94	-0.30	3.66	4.66	-1.00
Colima.	1.58	1.76	-0.18	6.40	7.00	-0.60
Aguilares.						
Agricultor con experiencia	1.81	2.34	-0.53	4.66	6.13	-1.47
Agricultora con experiencia	3.45	2.47	0.98	7.00	3.71	3.29
Agricultora sin experiencia	2.52	2.19	0.33	4.80	4.24	0.56

* *Tiempos obtenidos en 10 mt lineales, resultado de evaluación en cada parcela*

** *Tiempo promedio de 10 posturas.*

Como se pudo observar en la evaluación Sitio1 Chalatenango, el tiempo registrado, es de los mayores (2.85 min.), cuando se utiliza la siembra semi mecanizada, en comparación al sistema tradicional (1.90 min.); esta diferencia de tiempo se debió a las numerosas fallas que presentó en ese momento la maquina, entre éstos el cable se desacoplaba de su posición normal en la manecilla, además el agricultor depositaba dos semillas por postura; abonando así el numero de veces que tenia que accionar para obtener la descarga deseada.

A medida que se avanza en el desarrollo de la maquina, se hicieron mejoras en los sistemas que la componen la maquina, ello permitía observar se observo una reducción significativa en los tiempos de trabajo, acercándose así en gran medida a los tiempos de forma tradicional y en algunos casos superándolos, como fue en la evaluación de Aguilares, cuando se trabajo en forma tradicional (3.45 min.), mientras con la maquina (2.47min) como resultado se obtuvo una diferencia significativa en ahorro de tiempo. (0.98 minutos). La variabilidad en los tiempos de siembra para el sistema semi mecanizado están desde 1.05 min. hasta 3.41min, lo anterior demuestra que los tiempos de trabajo con la sembradora puede reducirse y depende de factores como la experiencia del agricultor, las condiciones de sitio y el buen funcionamiento de la maquina. En el caso del EEP, con un tiempo de 1.05 min. Se evaluó un agricultor que conoce la maquina en su proceso de construcción y por tanto su funcionamiento, facilitándose de esa forma su uso.

Los tiempos de trabajo son afectados por la falta de experiencia que tienen los agricultores y las deficiencias que puedan presentar los sistemas de la maquina, además las condiciones que se estén evaluando como: pedregosidad, pendiente, cobertura vegetal, distanciamiento de siembra y especialmente la textura con que se este trabajado, acompañado con el contenido de humedad que presente la zona (evaluación Chalatenango sitio2). Es decir que todos estos factores afectaran de forma directa los tiempos de trabajo finales.

Tiempos transcurrido entre postura.

En cuanto a los tiempos entre postura, se observó la misma tendencia a disminuir; como se puede apreciar en Chalatenango los tiempo de postura fueron 5 seg en el sistema tradicional, mientras en forma semi mecanizada 12 seg. Esto se debió a que se presentaron los mismos problemas en la deficiencia del sistema accionador (manacilla), además también puede atribuirse a que los agricultores depositan dos semillas por postura, accionando dos veces el sistema.

Caso contrario se observo en la evaluación en Aguilares, las agricultoras con y sin experiencia tardaron un tiempo de 3.71 seg. Un agricultor en el EEP se tardo 3 seg. Este resultado en la reducción de tiempo, se debió a que depositan una sola semilla en ambos métodos, por lo tanto solamente accionaba una vez en el sistema además la maquina ya no presentaba problemas en el mecanismo accionador.

4.3.3. Fallas mas frecuentes y mejoras.

Luego de haber terminado la evaluación del prototipo con los agricultores, se identificaron dos tipos de fallas: Por las condiciones de trabajo y de la maquina

4.3.3.1. Fallas por las condiciones de trabajo.

a) Atascamiento en la bota de siembra.

Los factores que favorecieron a esta falla son la humedad y la condición de trabajo.

La humedad, Excesiva permitía que se aglomerara tierra en la entrada de la bota de siembra, por el constante movimiento del chuzo impidiendo el descenso de la semilla al agujero. (Evaluación Chalatenango y Comasagua).

La condición de preparación de suelo (tracción motriz) es otro factor muy fundamental donde la fuerza ejercida por el operario, hacia que penetrara más de lo debido ocasionando el mismo problema de atascamiento. (Evaluación en EEP).

b) Estatura del agricultor con respecto a la manquera de la maquina.

En el campo existe una gran variabilidad de altura en los agricultores, teniendo en cuenta que contamos con una altura promedio de 1.50m en la población, sin embargo siempre se presentan agricultores que sobresalen de este rango, para ellos se dificulta el manipuleo de la maquina (evaluación Comasagua, EEP). Sin embargo podemos disminuir en gran medida este problema, si tomamos en cuenta la altura promedio de la población, como la altura de la manquera.

c) Número de grano por postura.

Este problema se presentó en el 95% de las personas evaluadas, en el momento de operar la maquina siempre prefería dos y tres semillas por postura, un 90% de la población argumento que no existe la garantía de un 100 % de germinación y además se tiene un mayor número de plantas por área. En el caso del uso de la sembradora esto implicaba realizar de 2 a 3 disparos en el sistema de accionador. Algunas personas (5%) depositaban un solo grano, aumentando la densidad de siembra al disminuir la distancia entre planta llamado comúnmente "**siembra a pique**."(Evaluación en Aguilares)

d) Falta de práctica del operario

Esta dificultad se presentó en el 100% de los evaluados, el 80% menciona que podría ser más rápida la labor a medida se familiarice con la maquina y adquiera más experiencia en su uso.

El 20% menciona que tal vez no podría llegar a ser más eficiente pero si presentaría muchas ventajas en el momento de sembrar, como evitar la fatiga al agacharse, evitando el contacto directo con fungicida e insecticidas, productos que se aplican como tratamiento a la semilla.

4.3.3.2. Fallas de los sistemas componentes de la sembradora.

a) Atascamiento de semilla en el dosificador.

Este problema se presentó al principio de la evaluación, esto a causa de la flexibilidad del material con el que se elaboró el limpiador. Sin embargo pudimos disminuir el error de atascamiento haciendo modificaciones en este, como refleja la evaluación de la eficiencia en la dosificación de las pruebas de laboratorio, se pudo alcanzar un 85 % de dosificaciones de una sola semilla.

b) El sistema accionador

Este fue un obstáculo que nos imposibilitaba visualizar los tiempos de trabajo, en las evaluaciones, unido también a que no existía un punto de apoyo en la mancera lo cual era fundamental en el momento de accionar el mecanismo por el operario, al tomar en cuenta esta observación, se realizaron modificaciones en la sujeción del cable y en la mancera, a la cual se le hizo un saque que permite un ángulo de barrido de 85° de la manecilla, con estas modificaciones se pudo superar en 95% esa dificultad.

Con este apartado se pone de manifiesto, que la funcionabilidad de la maquina esta relacionado a las condiciones de trabajo, que presentan las zonas, sabiendo que ésta operara con dificultad cuando se presenten altos porcentajes de humedad y textura no favorable.

En cuanto a la altura de la mancera, no se pretende fabricar maquinas que tengan diferentes tamaños, si no que tomar como base el promedio de altura de la población.

4.3.3.3. Aceptabilidad en el uso de la sembradora semi mecánica.

Esta evaluación se sustento en algunas preguntas formuladas por medio de una encuesta ([Anexo 2](#)), con el objetivo de observar la diversidad de opinión a cerca de la maquina, a continuación se presentan los resultados:

- ◆ El 95% de los agricultores evaluados, consideran que la maquina puede beneficiar la labor de siembra, en las condiciones de ladera, debido a que reduce la fatiga física, especialmente la que se produce cuando el agricultor se inclina para depositar la semilla.
- ◆ El 90% de los encuestados, mencionan que los tiempos de trabajo son más largos cuando se usa la maquina, expresan que con práctica podrían llegar a reducirlos al utilizar esta nueva tecnología.
- ◆ Con respecto al peso el 100% de los encuestados, mencionan que no representa dificultad en el momento de siembra.
- ◆ El 80% de los encuestados menciona que estaría dispuesto a pagar \$ 23.00 para tenerla.

Es importante mencionar, que la aceptabilidad de esta tecnología, se encuentra relacionada con su funcionabilidad, además de ser una tecnología que brinde ayuda directa a los campesinos en la labor de siembra bajo las condiciones de trabajo, pero también sea accesible a la mayoría de ellos económicamente; este factor es quizás muy determinante en la aceptabilidad de la maquina.

4.3.4. Especificación del equipo construido.

- Peso 4.45 lb.
- Fue evaluado para semilla certificada variedad Hs-5g.
- Por cada accionamiento descarga una semilla de la variedad Hs-5g., con una frecuencia del 85 % y 2 semillas con una frecuencia de 5 %.
- La tolva tiene la capacidad de albergar 1.5 lb. de maíz certificado, lo cual representa la posibilidad de sembrar 350 m², utilizando 1 semilla por postura var. Hs – 5G y con distanciamiento de 0.20 * 0.80 m.
- La eficiencia disminuye cuando se trabaja con humedades mayores de 48% de textura arcilla pesada.

- Se puede usar en condiciones de ladera y en terrenos planos.
- Se puede usar en terrenos preparados y no preparados
- Fácil transporte
- Evita el contacto directo entre el agricultor y la semilla tratada con plaguicidas.
- Es totalmente desmontable y de fácil mantenimiento.

4.3.5. Costo de construcción del prototipo.

En el cuadro 12 se detalla la cantidad y precio de los materiales, usados en la construcción de la sembradora semi mecánica de chuzo para maíz.

Cuadro 12. Costo de construcción del prototipo.

Materiales	Cantidad	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)
Resorte	1	3.00	3.00
Huizute	1	1.71	1.71
Mancera	1	3.00	3.00
Pernos	3	0.25	0.75
Sujetadores con pernos	2	0.60	1.20
Abrazadera plástica	1	0.10	0.10
Abrazaderas sin fin	2	0.50	1.00
Tolva	1	8.00	8.00
Dosificador	1	6.00	6.00
Cepillo de dientes	1	0.55	0.55
Chasis	1	5.00	5.00
Placa semillera	1	5.00	5.00
Rayo de bicicleta y tornillo	1	0.10	0.10
Mangera traslucida	1mt	0.60	0.60
Cable con forro	1	0.57	0.57
Manecilla plastica	1	1.00	1.00
tensor del cable	1	0.10	0.10
Total			37.68

El valor del prototipo de \$ 37.68 se ha estimado considerando que los materiales y la mano de obra están incluidos dentro de los valores de cada pieza, además se ha contado con mano de obra artesanal.

5. CONCLUSIONES.

- Se logro obtener una maquina sembradora, que se adapta con facilidad al chuzo, la cual facilita el trabajo de los agricultores en laderas.
- Al evaluar la maquina en campo se observo que posee gran versatilidad, adaptándose a diferentes condiciones de trabajo como: pedregosidad, cobertura vegetal y pendiente,

cualidad que le dio gran aceptabilidad dentro del grupo de agricultores que colaboraron en la evaluación.

- Los mecanismos con que cuenta la maquina evitan que el agricultor tenga contacto directo con la semilla tratada con agroquímicos, esto es de gran importancia, ya que disminuye las contaminaciones humanas.
- Los tiempos de trabajo se pueden reducir, a medida que el agricultor maneje la maquina según las instrucciones que el técnico le recomiende.
- El agricultor a pesar de tener la maquina no cumple con el objetivo de la siembra mecanizada en cuanto a depositar una sola semilla por postura.

6. RECOMENDACIONES.

- Los Agricultores expresan la necesidad de la creación de un juego de placas semilleras para las distintas variedades de maíz y otros cultivos como frijol y sorgo.
- La longitud de la bota de siembra, esta dimensionada en función de la textura y el tamaño de la punta empleada (chuzo), dada la gran variabilidad que mostró en su desempeño.
- Algunos componentes como el limpiador que son piezas con gran desgaste, y poca durabilidad, es necesario hacer un estudio en el empleo de nuevos materiales con mayor resistencia.
- El promedio de vida útil no se encuentra evaluada, es por eso que se recomienda hacer pruebas de torsión, tensión y corrosión.
- Para mejorar los tiempo de trabajo, es necesario usar la maquina con semilla certificada utilizando una semilla por postura respetando los distanciamientos recomendados por los productores

7. BIBLIOGRAFIA

- 1- AGROHISPASA, 1997 Agricultura de conservación en Europa (en línea), Consultado el 2 de octubre del 2004, Disponible en <http://www.agrohispana.com>
- 2- COOPERACION TECNICA DEL GOBIERNO SUIZO, 1993 Mecanización Agrícola. Proyecto Herrandina 1ª. Ed Lima Perú TOMO I 387p.
- 3- COOPERACION TECNICA DEL GOBIERNO SUIZO, 1993 Mecanización Agrícola. Proyecto Herrándina 1a. ed Lima Perú TOMO II 728p.

- 4- E-CAMPO, 2004, Labranza cero (en línea), Consultado el 2 de octubre del 2004, Disponible en <http://www.e-campo.com>
- 5- ECO-SITIO, 2004, Lecciones de la revolución verde (en línea), consultado El 30 de septiembre del 2004, Disponible en <http://www.eco-sitio.com.ar>.
- 6- JORGE N. L; SACCHI – ALFREDO RIFALDI 2003, Calculo y diseño de Maquinas eléctricas, introducción al calculo de maquinas eléctricas N° 1 Consultada el 27 de Ene 2004.
- 7- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), 2002, Proyecto “Agricultura Sostenible En Zonas de Ladera” El Salvador, Disco compacto 8mm.
- 8- ORTIZ-CAÑAVATE, J; HERNANZ JL 1989 Técnica de la mecanización Agraria 3ª ed. Madrid España Editorial Mundi- Prensa 641p.
- 9- SCHMELKES, C 1988 Manual para la presentación de anteproyectos e informes De investigación (tesis) Universidad Nacional Autónoma de México. M. Editorial HARLA 214 p.
- 10- SERWAY, RA; 1993, Física Sánchez AE (Trad.) 2ª ed. (español) México. Mc. GRAW- HILL 637 p TOMO I
- 11- SHIGLEY J. E; MISCHKE, 2002 Diseño en Ingeniería Mecánica, 6ª Ed. México D.F, 1241 p.
- 12- SMITH, D; SIMS B 1993 Evaluación técnica de equipos para pequeños Productores. Silsoe Research Institute.
- 13- JENKINS MOLIERI, JJ; CALDERON, GR; CHICAS, A; AMADOR RODEZNO, R; MANZANO, RV; ARMERO, JA; GONZALEZ, R; 2003 Plaguicidas y Salud en El Salvador, Aproximación a la problemática 1ª ed. San Salvador, El Salvador OPS/ OMS/MAG, CIATOX (Hospital San Rafael) 84 p.
- 14- ROULT REIGART, J; ROBERTS, JR 1999 Reconocimiento y manejo de los Envenenamientos por pesticidas, Proyecto Plagsalud OPS/ OMS 5ª ed. San Salvador, El Salvador 108 p.
- 15- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL (DGSVA) Plaguicidas Autorizados para su comercialización y su uso y plaguicidas prohibidos en El Salvador, Proyecto salvadoreño alemán de protección vegetal integrada, González, R; editor. San Salvador, El Salvador 197 p.
- 14- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN)

8. ANEXOS.

A-1

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA FORMA DE SIEMBRA EN LADERAS

Nombre del Agricultor _____.

Lugar: _____.

1. ¿Cultiva maíz? Si ___ No ___

2. ¿Qué área cultiva en un día?

1 Tarea ___ 2 Tareas ___ 3 Tareas ___ ½ Mz. ___ Otras ___.

3. ¿Qué herramienta utiliza para la siembra?

Chuzo ___ Tracción animal ___ Maquina manual ___ Otros ___.

4. ¿Cuántas libras de semilla utiliza por área?

Mz ___ Tarea ___ ½ Mz. ___ Otros ___.

5. ¿Qué variedad de semilla ocupa? _____

_____.

A-2

ENCUESTA DE EVALUACION DE LA SEMBRADORA.

1. ¿Que tipo de semilla usa para la siembra?
Certificada ___ Criolla ___
2. ¿Que variedad de semilla utiliza? _____
3. ¿Cuánta semilla usa por postura?
1___ 2___ 3___.
4. ¿Si usted sembrara una semilla por postura, que distanciamiento utilizaría
Entre planta _____ y surco _____
5. ¿Qué tipo de chuzo utilizo?
grande ___ pequeño ___ o huizute _____
6. ¿Qué tipo de madera utiliza en el mango de chuzo _____
7. ¿Utiliza alguna medida de protección al usar semilla tratada si ___ no ___
cuales _____
8. ¿Ha tenido problema de salud esta realizando la labor de siembra?
si ___ no ___ cual _____
9. ¿El peso de la maquinaria le representa alguna inconveniente al usarla?
Si ___ No ___ // Fatiga ___ Dificultad penetración ___ otras _____
10. ¿Le parece que el sistema disparador es cómodo? si ___ no ___
porque _____
11. ¿Le parece que el deposito guarda suficiente semilla para el área
De siembra que acostumbrada? si ___ no ___ por que _____

12. ¿Cree usted que la maquinaria mejora la actividad de siembra?
si ___ no ___
- Ahorro de tiempo _____ Profundidad de siembra _____
- reduce la fatiga _____
otras _____
13. ¿que dificultad encontró en utilizar la maquina _____

14. ¿compraría esta maquina si ___ o no ___ porque

15. ¿cuanto estaría dispuesto a pagar? _____
16. ¿cree que tendría problemas en darle mantenimiento si ___ o no _____

Porque _____

A-3

SEBRADORA DE ESPEQUE BRASILEÑA "MATRACA".



Vista general.



Tolva o depósito de semilla.



Regulador de flujo dentro de la tolva.



Placa semillera.



Punta.

A-4

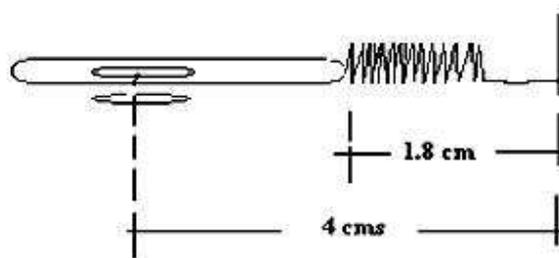
CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DEL RESORTE

Características del resorte que se someterá a las pruebas.

Longitud: 14 mm
 Diámetro externo: 5 mm
 Diámetro del hilo: 1 mm
 Peso del resorte: 53.5 g.

53.5 g. (Peso del resorte) + 248.6 g. = 1.50 cm de resorte alargado.
 53.5 g. (Peso del resorte) + 597.3 g. = 1.53 cm de resorte alargado
 53.5 g. (Peso del resorte) + 1.99 Kg. = 1.80 cm de resorte alargado

Hasta el momento no existía deformación.



$$S = 1.8 \text{ cm} - 1.4 \text{ cm} = 0.4 \approx 1.2 \text{ Kg.}$$

Donde:

4 cm Máxima elongación

1.8 cm Distancia o máximo esfuerzo de la placa accionado por el mecanismo.

$$S = 4 \text{ cm} - 1.8 \text{ cm} = 2.2 \text{ cm}$$

$$\frac{0.4 \text{ cm}}{2.2 \text{ cm}} \frac{1.2 \text{ kg}}{\text{X}} = \frac{2.2 \text{ cm} * 1.2 \text{ Kg}}{0.4 \text{ cm}} = \mathbf{6.6 \text{ Kgf}}$$

$$F \text{ max.} = 6.6 \text{ Kgf}$$

$$S = 2.2 \text{ cm}$$

$$K = \frac{6.6 \text{ Kgf}}{2.2 \text{ cm}} = 3.0 \text{ Kgf/cm o } \mathbf{30 \text{ N/cm}}$$

$$K = 3.0 \text{ Kgf/cm} * 2.2 \text{ lbf/kgf} * 2.54 \text{ cm/plug} = \boxed{16.76 \text{ Lbf/pulg}}$$

$$= 30 \text{ N/cm} * 100 \text{ cm/1m} = 3000 \text{ N/m} = \mathbf{300 \text{ Kgf/cm}}$$