REPARACIÓN, ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200.

MICHAEL DE JESÚS ÁLVAREZ DE LA ESPRIELLA

PEDRO DAVID MARTÍNEZ MONTERROZA

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

SINCELEJO

2 003

REPARACIÓN, ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200.

MICHAEL DE JESÚS ÁLVAREZ DE LA ESPRIELLA

PEDRO DAVID MARTÍNEZ MONTERROZA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrícola

DIRECTOR

ISMAEL SEGUNDO SANDOVAL ASSIA

Ingeniero Agrícola

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE IN GENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRÍCOLA

SINCELEJO

2003.

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____
Presidente Del Jurado

_____
Jurado

_____
Jurado

Sincelejo, agosto de 2003.

DEDICATORIA

Al que nos inspiro;
A quien nos asesora y nos dice la verdad;
Al verdadero justo que nos enseña su fe;
A quien nos consuela y nos enseña su amor;
Al resucitado;
A ese, a su padre y a ustedes los que creen en él.

E.P.B.

A Nuestros padres, esposas e hijos por todo su amor y confianza.

Michael Álvarez
Pedro Martínez

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

ISMAEL SEGUNDO SANDOVAL ASSIA. Ingeniero Agrícola, Especialista en Gerencia de Proyectos, director de este trabajo.

PEDRO JOSÉ LOZANO RODRÍGUEZ. Ingeniero Agrícola, por su asesoría incondicional.

CESAR VALETA LÓPEZ. Ingeniero Agrícola, por su asesoria.

NORVIS IVERSON HERAZO BERTEL. Licenciado en matemáticas, por su valioso aporte.

UBALDO BERTEL SALAZAR. Ingeniero Agrícola, por sus ideas y sugerencias.

JUAN SANDOVAL ASSIA. Mecánico de maquinaria pesada.

IRMA OCHOA DE FONSECA. Jefe de la División de Biblioteca de la Universidad de Sucre.

PABLO VALDELAMAR. Tractorista de la Universidad de Sucre.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3 INDICADORES	19
2. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1 ANTECEDENTES	20
2.2 TIPOS DE SEMBRADORAS	21
2.2.1 Sembradoras al voleo	22
2.2.2 Sembradoras en línea	22
2.2.3 Sembradoras a golpe y monogranos	23
2.2.4 Sembradora a chorrillo	23
2.3 FUNCIÓN DE LA SEMBRADORA	28
2.4 OPERACIONES QUE SE REALIZAN AL SEMBRAR EN LINEA	28
2.4.1 Abrir el surco	28
2.4.2 Dosificar y depositar en el surco	29
2.4.3 Enterrar la semilla	29
2.5 TAMAÑO DE LA SEMBRADORA	30
2.6 AJUSTE DE LA SEMBRADORA	30
3. SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200	31
3.1 DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO	31
3.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	32

3.2.1 Bastidor 32
3.2.2 Accionamiento 33
3.2.3 Engranaje dosificador 33
3.2.4 Caja de semillas y mecanismos sembradores 34
3.2.5 Tubos telescópicos y abresurcos 34
3.3 SERVICIO DE LA MÁQUINA 35
3.3.1 Montaje y desmontaje del equipo 35
3.3.2 Montaje y ajuste de los afloja huellas 35
3.3.3 Ajuste de las compuertas de fondo y las llaves esclusas 36
3.3.4 Ajuste de la distancia entre hileras 37
3.3.5 Ajuste de la profundidad de siembra 37
3.3.6 Cobertura de las semillas 37
3.3.7 Ajuste de las pautas 38
3.3.8 Descarga de la caja de semillas 38
4. MATERIALES Y MÉTODOS 40
4.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN 40
4.2 MATERIALES Y EQUIPOS 41
4.2.1 Materiales 41
4.2.2 Equipos 42
4.3 METODOLOGÍA 42
4.3.1 Cálculo del número de semillas por kilogramo 43
4.3.2 Evaluación prueba estática 43
4.3.2.1 Cálculo del número de semillas por vuelta de la rueda impulsora 43
4.3.2.2 Cálculo del número de semillas por metro lineal de recorrido 44
4.3.3 Evaluación dinámica o de campo 45
4.3.3.1Cálculo de la profundidad de siembra 45
4.3.3.2 Cálculo del número de semillas por metro lineal de recorrido 46
4.3.3.3 Cobertura de las semillas 46
5. RESULTADOS 47
5.1 DIAGNOSTICO REALIZADO A LA SEMBRADORA SAXONIA A 200 47

5.2 INVENTARIO DE PIEZAS INSERVIBLES 49
5.3 EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA SAXONIA A200 EN LA DIAGNÓSTICA 50
5.4 ADAPTACIONES Y REPARACIONES 50
5.4.1 Resorte del bastidor 51
5.4.2 Cadenas de rodillos reforzados 52
5.4.3 Cubridores de semillas 54
5.4.4 Tubos telescópicos 55
5.4.5 Resortes de las palancas sembradoras 56
5.4.6 Varillas de regulación de presión de los resortes de las palancas sembradoras 56
5.4.7 Abresurcos 57
5.4.8 Tapa de la tolva 58
5.4.9 Mantenimiento 58
5.4.10 Pintura 58
5.5 ESTADO ACTUAL DE LA SEMBRADORA SAXONIA A 200 59
5.6 EVALUACIÓN FINAL DE LA SEMBRADORA SAXONIA A 200 61
5.6.1 Evaluación prueba estática 61
5.6.1.1 Determinación del peso de 100 semillas 61
5.6.1.2 Número de semillas por kilogramo 62
5.6.1.3 Número de semillas por vuelta de la rueda impulsora 62
5.6.1.4 Número de semillas por metro lineal de recorrido 62
5.6.1.5 Gráficas de comportamiento de la sembradora 72
5.6.2 Evaluación dinámica o de campo 81
6. MANTENIMIENTO Y CUIDADO 83
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS 84
8. CONCLUSIONES 86
9. RECOMENDACIONES 88
BIBLIOGRAFÍA 90

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Peso (gr) promedio de cien (100) semillas de las diferentes muestras utilizadas 61

Tabla 2. Peso (gr) promedio de cien (100) semillas y número de semillas por kilogramo 62

Tabla 3. Número de semillas de ajonjolí por vuelta de la rueda impulsora 63

Tabla 4. Número de semillas de arroz por vuelta de la rueda impulsora 64

Tabla 5. Número de semillas de fríjol por vuelta de la rueda impulsora 65

Tabla 6. Número de semillas de maíz por vuelta de la rueda impulsora 66

Tabla 7. Número de semillas de ajonjolí por metro lineal de recorrido de la rueda impulsora 67

Tabla 8. Número de semillas de arroz por metro lineal de recorrido de la rueda impulsora 68

Tabla 9. Número de semillas de fríjol por metro lineal de recorrido de la rueda impulsora 69

Tabla 10. Número de semillas de maíz por metro lineal de recorrido de la rueda impulsora 70

Tabla 11. Equivalencia entre las posiciones de las palancas en la caja de engranajes y el número asignado 71

Tabla 12. Profundidad de siembra promedio para las diferentes posiciones de los resortes en las varillas reguladoras de presión. 82

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Sembradora saxonia a 200. etapa diagnóstica 48
Figura 2. Partes de la sembradora. etapa diagnóstica 48
Figura 3. Bastidor. puntos de acople del alce hidráulico 51
Figura 4. Resorte del bastidor 52
Figura 5. Accionamiento de la sembradora con cadenas reforzadas 53
Figura 6. Rastrillo de dientes elásticos. Sistema original cubre semillas 54
Figura 7. Cubre semillas de eslabones colgantes (rastras). Adaptado 55
Figura 8. Varillas reguladoras de presión de los resortes de las Palancas sembradoras 56
Figura 9. Adaptación de las cuchillas de los abresurcos 57
Figura 10. Estado actual de la sembradora Saxonia a 200 60
Figura 11. Estado actual de la sembradora Saxonia a 200 60
Figura 12. Gráfica del número de semillas de ajonjolí por vuelta de la rueda impulsora vs posiciones de los engranajes 72
Figura 13. Gráfica del número de semillas de arroz por vuelta de la rueda impulsora vs posiciones de los engranajes 73
Figura 14. Gráfica del número de semillas de fríjol por vuelta de la rueda impulsora vs posiciones de los engranajes 74
Figura 15. Gráfica del número de semillas de maíz por vuelta de la rueda impulsora vs posiciones de los engranajes 75
Figura 16. Gráfica del número de semillas de ajonjolí por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de ajonjolí por metro lineal de recorrido 76

Figura 17. Gráfica del número de semillas de arroz por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de ajonjolí por metro lineal de recorrido 77
Figura 18. Gráfica del número de semillas de fríjol por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de fríjol por metro lineal de recorrido 78
Figura 19. Gráfica del número de semillas de maíz por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas demaíz por metro lineal de recorrido 79
Figura 20. Prueba dinámica o de campo 81

RESUMEN

El presente es un trabajo dedicado a la **REPARACIÓN, ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200** propiedad de la Universidad de Sucre.

Después de la inspección inicial y de pruebas estáticas y dinámicas, se inició el trabajo dando lugar a la reparación, la cual consistió en rescatar algunas partes o accesorios de la sembradora brindándole el mantenimiento necesario para convertirlos en elementos útiles al proceso.

Finalizada esta etapa se prosiguió a evaluar por segunda vez en forma estática y dinámica arrojando resultados negativos en suelos arcillosos, por lo cual hubo que adaptársele nuevos sistemas o elementos que brindaran mas eficiencia en el proceso de siembra de estos suelos.

Para concluir con el proyecto se retomaron los tipos de semillas iniciales, se efectuaron las pruebas pertinentes arrojando estas, resultados alentadores tanto en la cantidad y distribución de semillas como de enterrado de la misma, con profundidades de siembra oscilantes entre los 2 a 10 cm, de acuerdo al grado de compresión de las palancas sembradoras. Estas pruebas se realizaron en las instalaciones de la Universidad de Sucre (Puerta Roja y granja el Perico).

SUMMARY

The present is a work dedicated to the REPAIR, ADAPTATION AND EVALUATION FROM THE SEMBRADORA TO SPURT SAXONIA A200 property of the University of Sucre.

After the initial inspection and of static and dynamic tests, the work began giving place to the repair, which consisted on rescuing some parts or accessories of the sembradora offering him the necessary maintenance to transform them into useful elements to the process.

Concluded this stage you continued to evaluate for second time in form static and dynamics throwing negative results in loamy floors, reason why there was that adaptations new systems or elements that toasted but efficiency in the process of to sow of these floors.

To conclude with the project the types of initial seeds they were recaptured, the pertinent tests were made throwing these, encouraging results so much in the quantity and distribution of seeds like of having buried of the same one, with depths of rocking to sow among the 2 to 10 cm, according to the degree of compression of the levers sembradoras. These tests were carried out in the facilities of the University of Sucre (Puerta Roja and farm el Perico).

INTRODUCCIÓN

El mundo se mueve dentro de un continuo surgir de innovaciones tecnológicas que hacen más eficientes las labores productivas de la sociedad moderna. El sector agrícola no es ajeno a estas innovaciones y le ha tocado adaptarse a estas nuevas maquinarias para poder competir en un mercado cada vez mas globalizado.

En contraste con los continuos avances, los profesionales del sector agrícola del país se enfrentan diariamente con menos infraestructuras tecnológicas para ser del campo el primer renglón de la economía nacional. A raíz de la crisis económica por la que atraviesa Colombia, desde mediados de la década de los noventa, la modernización del parque de maquinaria agrícola se ha estancado.

Lo anterior no se hace extensivo a la totalidad del sector agrícola del país, debido a la amplia brecha existente entre grandes, medianos y pequeños productores; mientras los grandes gremios hacen lo posible por ser competitivos a nivel internacional, los medianos se mantienen a la expectativa y al alcance de sus posibilidades y los pequeños son herederos de la tecnología obsoleta que por su ineficiencia e ineficacia ha salido de los campos de alta producción y calidad.

El departamento de Sucre no es ajeno a esta problemática, siendo uno, quizás el más importante protagonista del marginamiento tecnológico del

país, en especial a lo que se refiere a maquinaria agrícola y otros tipos de infraestructura.

Lo anterior se debe precisamente a que un alto porcentaje de los productores regionales son parceleros quienes por la poca capacidad de inversión en tecnología han optado por una economía agraria de sustento y no de alta productividad.

La Universidad de Sucre como centro piloto de propagación de tecnologías para el campo en el departamento de Sucre, en sus dos décadas y medias de labor académica y científica no ha podido alcanzar este primordial objetivo, ya que su centro de maquinaria posee un gran numero de implementos agrícolas que se han deteriorado a causa de factores ambientales (sol y agua) y falta de operación y mantenimiento.

Un ejemplo evidente de ésta inoperancia es el de la SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A- 200, que se encuentra en avanzado estado de deterioro y total abandono desde el punto de vista operacional y pedagógico, debido a que también carece de un manual de instrucciones que facilite su utilización.

Siendo el mantenimiento y operación de maquinas y equipos agrícolas uno de los principales aspectos de nuestra formación Universitaria, como profesionales del sector agrícola, es necesario emprender las actividades pertinentes para la **"REPARACIÓN ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200".**

El proyecto tubo como objetivo principal la reparación de La SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A- 200 de propiedad de la Universidad de Sucre,

adaptándola a las condiciones de los suelos de la región. Para lograr esto fueron necesarias varias adaptaciones, entre ellas, el fortalecimiento del sistema de abre surcos. Esta modificación permitirá ponerla a disposición de estudiantes y comunidad.

1. OBJETIVOS

Para la consecución de este proyecto y teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se trazaron los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Rehabilitar y adaptar sistemas mecánicos a la sembradora SAXONIA A 200 mediante el análisis del funcionamiento estático y dinámico de la maquina, permitiendo un optimo rendimiento en el ámbito académico y de servicios a la comunidad.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reparar y adaptar la sembradora para terrenos poco pulverizados.
- Modificar los dispositivos sembradores.
- Elaborar un plan de mantenimiento de acuerdo a las modificaciones realizadas y al funcionamiento de la sembradora.

1.3 INDICADORES

- Acople en el funcionamiento de cadenas y piñones conductores
- Profundidad de surcos acorde con las necesidades.
- Regulación de semillas según la combinación utilizada.
- Apisonamiento de los cubre semillas.
- Funcionamiento del resorte del alce hidráulico.
- Fabricación del sistema de tapado de la tolva de la sembradora.
- Mantenimiento general de la maquina.
- Siembra con semillas de grano fino y grano grueso.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

En análisis anteriores de resultados obtenidos en reparaciones y adaptaciones de sembradoras, la gran mayoría de estos ofrecen a la maquina mayor eficiencia en las labores agrícolas, dado es el caso de la sembradora de martillo que según los autores, al realizarle adaptaciones en el sistema de engranajes y dispositivos sembradores lograron devolver la eficiencia mecánica a la sembradora. (Charris y Tapia, p 180).

Otros estudios demuestran que las sembradoras cuando tienen varias temporadas de trabajo disminuyen su eficiencia y es recomendable someterla a mantenimiento y llegado el caso a modificaciones en sus sistemas de funcionamiento. (Agricultura de las Américas, p 37).

Las sembradoras son de gran ayuda para el agricultor, pero estas sufren desgastes en su mayoría en lo relacionado con la tolva y mecanismos dosificadores, llegando al caso de utilizar reemplazos y modificaciones a estos mecanismos con materiales de fácil consecución y de resistencia similar a la de los originales. (Ica, p 94).

Las sembradoras a chorrillos son un gran invento para la siembra, pero con regularidad necesitan mantenimiento y una nueva calibración de acuerdo con las necesidades del usuario. (Sandoval, p 4).

Una máquina sembradora consta de un cajón o tolva para la semilla, de unos mecanismos de medidas o sistema dosificador ubicados debajo de la tolva, un mecanismo de transmisión que pueden tomar la forma de engranajes y cadena o rueda de cabillas con cadena, un cierto numero de tubos metálicos, de plástico o de goma que conducen la semilla a las rejas o botas de siembra, mecanismo de plantación y recubrimiento. El número de tubos u orificios varían con el tamaño de la máquina. (Shippen y Turner ,p 54)

La siembra de cultivos agrícolas, en forma mecanizada se realiza mediante la utilización de sembradora, cuyo fin es depositar uniformemente la semilla en el suelo, y en algunos casos abrir el surco, depositar la semilla, cubrirla y apisonar la tierra con esta. (ICA, 12, 1987)

2.2 TIPOS DE SEMBRADORAS

Existen los siguientes tipos de sembradoras:

2.2.1 Sembradoras al voleo. Estas sembradoras suelen ser de construcción muy simple distinguiéndose dos tipos:

- Centrifugas.
- De Descarga libre.

De las primeras existen tipos manuales y también para montajes al tractor.
Las sembradoras de descarga libre son análogas, en cuanto a sus órganos distribuidores se refiere, a la sembradora en línea, que solo al final dejan caer las semillas libremente a poca altura, en vez de introducirla en el terreno a través de botas de siembra.

2.2.2 Sembradoras en líneas. En estas la máquina debe realizar las siguientes operaciones o fases, que son:

- Abrir el surco donde se va ha depositar la semilla lo que se realiza por medio de distintos tipos de herramientas como son: Rejas surcadoras, cuchillas circulares, etc.
- Dosificar y depositar la semilla en el surco. Se realiza por medio de los órganos distribuidores y de los tubos de caídas.
- Enterrar las semillas. La reja surcadora crea el efecto de enterrado, aunque pueden existir rejas adyacentes, cadenas, rastras, etc.
- Comprimir el suelo alrededor de la semilla, para favorecer al aumento de humedad a su alcance.

2.2.3 Sembradoras a golpe y monogranos. Se denominan sembradoras a golpes las empleadas en los cultivos de semilla gruesa como maíz, algodón y leguminosas para granos los cuales depositan su grupo de semillas a distancias de uniformidad aceptable.
Con esta sembradora se pretende depositar grupos de semillas a distancias bastante uniforme, mientras que en el monograno o de precisión se busca colocar semillas individuales a distancias exactas unas de otra.

Las sembradoras Monograno o de precisión deben depositar los granos uno a uno y a distancias precisas por lo que trabajan en una sola línea y en su montaje debe guardarse una distancia entre líneas adyacentes. (Ortiz, Cañabate, p 149).

2.2.4 Sembradoras a chorrillo. Este tipo de máquina puede llevar un distribuidor de semilla por cada línea o un solo distribuidor para todas las líneas, como en las sembradoras centrífugas y además consta de los siguientes elementos:

- Una tolva de madera o de chapa inoxidable. Donde va depositada la semilla, provista de agitadores y establecida sobre un bastidor que soporta dos ruedas de neumáticos.
- Distribuidores dosificadores de semillas uno por cada línea de siembra situados en la parte posterior la tolva, fuera de ella, las cuales reciben el grano a través de ventanas con sierre y lo lanzan en la cantidad precisa a conducciones flexibles de descensos, que lo llevan hasta el suelo.

- Sistema de apertura de surcos. Donde será colocada la semilla está constituido por rejas y discos surcadores, enlazados en las conducciones de descensos.
- Reguladores de cantidad de semilla y de profundidad de siembra. La separación de rejas surcadoras es de 15 a 17 centímetros, quedando las líneas de siembra a esta equidistancia de donde resulta un sembrado preciso.(Gracia, López, 9, 1983)

Las sembradoras de granos a chorrillos sirven para la siembra de granos a chorrillo, de cultivos cereales o industriales y para la siembra de cultivos con espacios anchos entre hileras.

Además se consideran las siguientes partes principales de una sembradora a chorrillo:

- Tolva. Son recipientes donde se encuentra las semillas para sembrar y se fabrican de planchas de acero. Su forma es estrecha en su parte inferior y ancha arriba, lo que asegura el acceso de las semillas a los aparatos distribuidores.
- Aparatos distribuidores. Son elementos que poseen rodillos acanalados, por lo cual la semilla entra libremente para ser distribuidas. Su fabricación es tipo abierto y cerrado.
- El aparato tipo abierto posee una garganta ancha, por la cual las semillas entran libremente en el rodillo, mientras que los de tipo cerrado poseen una garganta estrecha y pueden ser con siembra inferior o siembra superior.
- Mecanismo de Transmisión. Estos mecanismos de transmisión son accionados generalmente por un sistema de engranaje y cadenas, a partir de las ruedas sembradoras. Este sistema puede ser solo de

engranaje, de cadenas o del tipo de engrane-cadena. El sistema difiere según el tipo de sembradora.

- Generalmente estos equipos vienen con sistema de transmisión y cadenas, por lo que son elementos de transmisión que definen la seguridad y duración del trabajo, estando constituidas por eslabones unidos articularmente. (Silveira, Remus, 14, 1984)

En la construcción de maquinarias se emplea tres grupos de cadenas:

- De transmisión.
- De carga.
- De tracción.

La transmisión por cadenas se emplean en las máquinas agrícolas, en las bicicletas, motocicletas y en los accionamientos de los mecanismos auxiliares de los laminadores.

Dentro de las cadenas de transmisión se encuentran los siguientes tipos:

- De eslabones dentados.
- De rodillos.
- De manguitos rodillos con chapas curvadas.
- De clavijas con eslabones perfilados.

Para las cadenas de rodillos cuanto más corto sea el paso mayor será la velocidad de funcionamiento admisible.

En la relación con su resistencia a tracción, no necesita considerarse el efecto del empuje centrífugo a una velocidad extraordinaria de 600 pie/min. Dicho empuje es solamente del 3% de la resistencia máxima a tracción.

Para velocidades relativamente bajas se pueden usar en este tipo de cadenas ruedas dentadas de 16 dientes, pero para altas velocidades son convenientes de 18 a 24 dientes.

Las principales ventajas de estas cadenas de rodillos son las siguientes:

- Alto rendimiento alrededor del 98 a 99%.
- Deslizamiento nulo.
- No precisa tensión inicial y pueden marchar en uno u otro sentido
- Poseen una carga sobre los árboles menor que en la transmisión por correa.
- Posibilidad de trasmitir rotación a varios árboles con una cadena.
- Conductor de semilla. Dirigen la semilla desde el aparato sembrador hasta los abridores o surcos, pueden ser de diversos tipos como son:

a) Espiral de palastro o de lámina de acero en espiral. Pueden comprimirse, estirarse, virarse y adoptar diferentes posiciones, sin embargo si se estiran demasiado, él puede formar rendijas y aberturas que dejan salir la semilla.
b) Tejido encauchado. En forma de tubo en cono, estos conductores son ligeros y baratos pero incómodos en la explotación por que no pueden variar la longitud y se rompen por la acción de los rayos del sol y de las bajas temperaturas.
c) En forma de embudos. Se componen de embudos independientes unidos por cadenas. La compresión y flexión en ellos es limitado, frecuentemente se utilizan para la entrega de abonos minerales.
d) Ondulados. Se comprime, estira y flexiona suficientemente, se utilizan para la entrega de abonos minerales.

- Abridores o Surcadores. Son los encargados de abrir el surco en el suelo en el cual los conductores de semilla dejaran caer ésta. Los abridores pueden ser de varios tipos:

a) Profundidad variable.
   - De discos

b) Profundidad constante.
   - De zapata o patín.
   - De pala.
   - Combinación de patín y disco

Abridores de Disco. Estos abre surcos se usan más en sistemas de cultivos mínimo y donde se ha dejado mayor cantidad de rastrojo en la superficie.
Los abre surcos de discos doble tienen la ventaja de que cortan más a través de las cañas de maíz y rastrojos de granos, mantienen una profundidad de siembra un uniforme. (Silveira, Remus, 16, 1984)

Abridor de zapata o patín. Se usan ampliamente cuando se siembran cultivos tales como maíz y soya en suelo que ha sido labrado convencionalmente, tienen una hoja la cual se ensancha gradualmente hacía la parte de atrás en una concavidad de dos lados a través de la cual se deja caer la semilla.
Abridores de pala. Se usan más comúnmente con la sembradora de camellones y surcos. Su principal función es preparar la ranura o surco de la semilla en condiciones de suelos pegajosos.

Combinación de abridor de patín y disco. Esta combinación tiene la ventaja de ambos tipos de abre surcos. El disco corta a través de las hojarascas, mientras que el patín mantiene la tierra separada lo suficiente para permitir que la semilla descanse en el fondo de la ranura antes de que la tierra suelta

la caída sobre ella. Esto proporciona mejor contacto de la semilla con la tierra y una profundidad más uniforme de siembra. (Silveira, Remus, 17. 1984)

2.3 FUNCIÓN DE LA SEMBRADORA

Las sembradoras siembran grano (avena, maíz, trigo, centeno, cebada etc.), eficazmente y en calidades correctas a la profundidad adecuada en surcos o hileras. Por lo general, también pulverizan y apisonan el suelo, cubren la semilla y pueden dejar el terreno con pequeñas acanaladuras para proteger la semilla y evitar la erosión del suelo. Se debe elegir el tipo adecuado de sembradora y luego ajustarla para colocar las semillas con el fin de tener una buena germinación y desarrollo. (Stone, p 18)

La profundidad de siembra o la profundidad a la que se depositan las semillas en el surco, afecta notablemente el tiempo en que la planta tarda en brotar así como el porcentaje de germinación de la semilla. Con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, algunas semillas como el maíz y frijol germinan más rápido a profundidades entre 2 y 6 centímetros; otras como el arroz y el ajonjolí germinan entre 1 y 5 centímetros.

2.4 OPERACIONES QUE SE REALIZAN AL SEMBRAR EN LÍNEA

2.4.1 Abrir el surco. El sitio donde se va a depositar la semilla se adecua por medio de los distintos tipos de herramientas como son:

- Rejas surcadoras. Encargadas de abrir el surco siendo depositada la semilla en el fondo del surco inmediatamente detrás, cayendo de nuevo la tierra sobre la semilla.
- Cuchillas circulares. Pueden ser una cuchilla circular o dos discos planos. Estos tipos de abridores trabajan satisfactoriamente en toda clase de condiciones de suelo, y mejora pulverizando el terreno en líneas.

2.4.2 Dosificar y depositar la semilla en el surco. Se realiza por medio de los distribuidores y de los tubos de caídas.

2.4.3 Enterrar la semilla. La propia reja surcadora crea efecto de enterrado, aunque pueden existir rejas adyacentes, cadenas, rastras etc.

La tolva de la semilla debe ser de fácil llenado, vaciado y limpieza. Desde la tolva, la semilla desciende desde el mecanismo dosificador por las conducciones y las rejas hasta el suelo.

2.5 TAMAÑO DE LA SEMBRADORA

Generalmente el tamaño de la sembradora se designa por el producto de los números a x b. Donde “a” indica el número de abridores y “b” su separación en centímetros o pulgadas.

Nunca se debe designar una sembradora por anchura totalmente, ya que tiene mucha importancia la separación de los abridores y por lo tanto, la separación de las líneas de siembra distintas según los cultivos. (García, López, p 9).

2.6 AJUSTE DE LA SEMBRADORA

Los ajustes de la sembradora consisten en:

- El espaciado entre hileras.
- El ajuste de la cantidad o densidad de siembra.
- La profundidad de la colocación de la semilla.
- El aumento o disminución de Compactación del suelo.

(Hund, p 4)

3. SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A- 200

La sembradora a chorrillo SAXONIA A 200 fue importada de la antigua república democrática Alemana y después de permanecer largo periodo en el puerto de Cartagena, se traslado a la Universidad de Sucre en el Año 1985.

3.1 DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO

Ancho útil	2.5 m
Número de hileras	23
Distancia mínima entre hileras	108 mm
Velocidad de trabajo	5- 12 km/hr
Volumen de la caja de semilla	330 lt
Altura de transporte	1150mm
Mecanismo dosificador	Rueda dentada doble
Regulación de la cantidad de semillas	Engranaje dosificador con 72 etapas
Clases de dispositivos sembradores	Palanca de reja de arrastre
Longitud de la máquina	1300 mm
Ancho del equipo	2900 mm
Altura del implemento	1250 mm
Potencia mínima del tractor en el motor	20 HP
Denominación de los neumáticos	21 x 4

Rendimiento de trabajo	1Ha/hr
Limite de empleo en pendiente	20%
Peso promedio de la máquina	400 Kg

3.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO

La sembradora de grano fino a chorrillo se emplea en cultivos como avena, trigo, cebada, sorgo, arroz, ajonjolí, y centeno, además en pastos y legumbres tales como alfalfa, arveja, trébol, habichuela, y ocasionalmente con fríjol, soya y maíz.

Las sembradoras a chorrillo con ruedas en los extremos impulsan el mecanismo dosificador de la semilla y se determinan de acuerdo al número de abre surcos (Dispositivos sembradores) y la separación entre ellos. Por ejemplo, en nuestro caso, el equipo dispone de 23 abre surcos separados aproximadamente 11 centímetros, lo cual nos indica una sembradora 23 x 11; dándonos un ancho efectivo de 243 centímetros y si le sumamos los 4 centímetros adicionales de los abre surcos extremos nos da un ancho efectivo de 251 centímetro.

3.2.1 Bastidor. Se compone de bastidor anterior en el cual se encuentran los puntos de acople al alce hidráulico del tractor y en el bastidor fundamental donde están acopladas las demás partes del equipo.

La unión entre el bastidor anterior y el fundamental es de tal manera que cuando la máquina sembradora está en servicio, este último opera en forma oscilante.

3.2.2 Accionamiento. El accionamiento se realiza desde una rueda motriz, mas concretamente desde la rueda derecha, visto el equipo en la dirección de marcha. Como el equipo no trajo ruedas hubo la necesidad de adaptárselas colocándole ruedas neumáticas 21 x 4 con una precisión de inflado de 150 kpa las cuales soportan un peso de 600 Kg. por llanta.

Una rueda dentada que está sobre el nivel del eje exterior de la rueda impulsora, acciona por una rueda intermedia el engranaje dosificador empleando cadenas de rodillos. Desde el engranaje dosificador se efectúa también el accionamiento directo del árbol sembrador y del árbol agitador basculante a través de una cadena de rodillos.

3.2.3 Engranaje dosificador. Está construido como engranaje de baño de aceite. Consiste en una caja de metal ligera en cuyo lado delantero salen al exterior tres palancas de regulación. En la caja, están grabadas, para cada palanca las posiciones posibles de maniobras.

I	100-600	6 posiciones
II	10 – 30	3 posiciones
III	1 – 4	4 posiciones

Como puede observarse, con estas palancas, pueden obtenerse hasta 72 combinaciones (6x3x4).

3.2.4 Caja de semillas y mecanismo sembrador. La caja de semillas está construida en acero y presenta una forma triangular, contiene una tapa deslizable hacia atrás, el volumen es de 300 litros y la altura con relación al suelo es de 1150 mm. Las aberturas no necesarias pueden cerrarse con las llaves-esclusas las cuales se encuentran separadas a 110 mm.

El árbol agitador cuya función es la de dar movimiento a la semilla con el fin de evitar su compactación en el fondo de la tolva está dispuesto en la caja de semilla en forma oscilante.

El mecanismo sembrador empleado es el de la rueda dentada de nariz doble con nervaduras central, fabricado en plástico.

Las compuertas de fondo suspendidas en forma elástica en la caja de semilla, no regulan la cantidad de semilla, sino que garantiza con ayuda de la palanca de ajuste de las compuertas una corriente continua de semillas.

La regulación de la cantidad de semilla se efectúa a través del engranaje dosificador por el árbol sembrador; El cual puede ajustarse para operar a diferentes velocidades.

3.2.5 Tubos telescópicos y abresurcos. Los tubos telescópicos se acoplan a cada unidad medidora de semilla. El extremo inferior del tubo va acoplado a la parte superior del abre surco.

Él abre surcos utilizado en este equipo pertenece al tipo de patín, el cual, hace una zanja en el suelo y coloca la semilla a la profundidad deseada; estos

trabajan bien a profundidades medias, en suelos bien preparados y con pocos residuos sobre la superficie.

Los dispositivos sembradores (Palancas sembradoras) con precisión de muelles son ajustables tanto central como individualmente, asumen con loas tubos telescópicos el transporte de la semilla desde la tolva hasta el lecho del suelo donde va a depositarse a igual profundidad y distancia constante entre hileras.

3.3 SERVICIOS DE LA MAQUINA

3.3.1 Montaje y desmontaje del Equipo. El montaje y desmontaje del equipo, preferiblemente debe hacerse sobre terreno plano. Para el montaje, los brazos laterales del tractor se colocan a una altura entre 200mm y 300mm. Se conectan a la sembradora el brazo fijo, luego el móvil (desplazamiento vertical) y por último el tercer punto; se levanta el equipo levemente encogiéndose las clavijas elásticas de soporte el suelo. Para el montaje, se procede inversamente al proceso anterior.

3.3.2 Montaje y ajuste de los Afloja Huellas. Los afloja huellas permanecen establemente fijos al bastidor fundamental y es construido en varillas de acero de alto carbono garantizado.

Los afloja huellas deben montarse antes de poner en marcha la máquina, se colocan debajo hacia arriba en las respectivas guías fijándolos con los

tornillos de ajuste a la profundidad deseada (generalmente 5 o 10 centímetros por debajo del nivel superior del suelo). Terminado el trabajo, deben quitarse y colocarse de arriba hacia abajo en sus respectivas guías, ya que al hacer el desmonte de la máquina el peso de ella no descansa sobre ellos.

3.3.3 Ajuste de las compuertas del fondo y las Llaves Esclusas. Las compuertas del fondo son plásticas y están suspendidas elásticamente en la caja de semilla. Su función es la de arreglar el paso de la semilla con respecto al tamaño de ellas. Garantizando una corriente continua así como la existencia de semillas suficientes.

El ajuste de las compuertas del fondo se realiza por medio de una palanca cuya variación va de uno en uno hasta el ocho.

Para ajonjolí se emplea la posición	1
Para sorgo y arroz se emplea la posición	2
Para fríjol se emplea la posición	3
Para maíz se emplea la posición	4

Con respecto a la posición de las compuertas de fondo, se ajusta también las llaves esclusas.

Semillas gruesa entallado inferior	(a) Paso grande
Semillas cereales entallado medio	(b) Paso medio
Semillas finas entallado superior	(c) Paso pequeño

3.3.4 Ajuste de la distancia entre Hileras. Para Ajustar el ancho de las hileras debe tenerse presente el tipo de semilla a utilizar. Con este equipo, se consiguen separaciones entre hileras de 110mm en adelante.

Las palancas largas se emplean para cultivos cuya separación entre hileras sea mayor de 44 centímetros; En el caso distancias estrechas deben emplearse alternadamente palancas largas y cortas, esto con el objeto de mejorar la circulación de los residuos de las cosechas anteriores que quedaron sobre la superficie del terreno.

En el caso que el número de hileras sea menor con relación al número de unidades sembradoras disponibles del equipo, deben cerrarse las aberturas correspondientes con las llaves-esclusas, desmontando las palancas sembradoras no necesarias.

3.3.5 Ajuste de la Profundidad de Siembra. El ajuste de la profundidad de siembra se realiza alternando la presión del resorte de cada una de las palancas sembradoras. Para ello, dependiendo del tipo de suelo y la profundidad de siembra se dispone de cinco etapas de regulación en las varillas, para presión de los resortes.

3.3.6. Cobertura de la semilla. La cobertura de la semilla es esencial para la buena germinación. El dispositivo que trajo este tipo de sembradora es un rastrillo de dientes elásticos montado detrás de los dispositivos sembradores, este accesorio termina la labor del tape de la semilla pero no compacta el suelo a su alrededor.

3.3.7. Ajuste de las pautas. Las pautas son los mecanismos que le permiten al operario saber por donde debe devolverse para mantener constante la separación entre hileras en pases consecutivos. El sistema consta de un eje telescópico y de un pequeño disco en el extremo encargado de dejar la marca en el suelo sin sembrar.

Para calcular la longitud de las pautas, el equipo debe centrarse al tractor y puede determinarse mediante la siguiente expresión.

$$X = 0.5(A-S)$$

X = Distancia entre el centro de la rueda impulsora y el disco de la pauta (m).
A = Ancho útil del equipo (m).
S = Ancho de la trocha trasera del tractor (m).

3.3.8 Descarga de la Caja de Semillas. Habiendo terminado la campaña de siembra, pero también con cada cambio de semilla, la descarga de la tolva es absolutamente necesaria. Para descargar la caja de semilla se saca el molde con las dos palancas de seguridad de las entalladuras de la chapa de acoplamiento y se empuja hacia abajo, en ese instante los tubos telescópicos se desplazan adelante y dejan al descubierto las llaves–esclusas que al estar todas levantadas dejan al descubierto la salida de la semilla de la tolva.

Habiendo descargado la caja de semilla, debe plegarse hacia arriba con la palanca de seguridad y enclavarse, por lo que los tubos telescópicos se desplazan de nuevo a su posición inicial.

Durante el trabajo de siembra el molde de descarga sirve de paravientos y protege los órganos sembradores contra el deterioro e influencias atmosféricas.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

El presente proyecto se llevó a cabo en las instalaciones del "CENTRO DE MAQUINARIA" de la Universidad de Sucre, sede Puerta Roja, localizada en la parte noreste de la ciudad de Sincelejo y correspondiente al barrio del mismo nombre.

El sitio de trabajo presenta las siguientes coordenadas geográficas: 75^0 27' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich y 9^0 19' de latitud norte.

El proyecto tuvo una duración de 6 meses representados en tres etapas REPARACIÓN. ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN.

4.2 MATERIALES Y EQUIPOS

4.2.1 Materiales. Los materiales utilizados en el proyecto fueron:

- Lamina galvanizada N^{o} 20.
- Seguetas.
- Lijas.
- Brocas.
- Resortes.
- Pinzas
- Martillos.
- Metro
- Regla.
- Calibrador.
- Cincel
- Tijeras corta láminas.
- Platina de 3/8 x 2 pulgadas x 5mts.
- Llaves en L.
- Neumáticos 21 x 4 (2)
- Tornillos de 1/4 x 3 pulgadas.
- Semillas de maíz, fríjol, arroz y ajonjolí.
- Pote de grasa a base de litio.
- Galón de aceite (1) para engranaje.
- Pintura anticorrosiva.
- Cadena metálica.
- Antioxidante.

4.2.2 Equipos. Los equipos utilizados en la realización del proyecto fueron:

- Equipo de soldadura completo.
- Taladro.
- Pulidora.- discos pulidores.
- Cortadora de lámina galvanizada.
- Esmeril.
- Fresadora.

4.3 METODOLOGÍA

En la Universidad de Sucre sede Puerta Roja y en la granja el Perico se inspeccionó el equipo existente, se evaluó el estado actual de éste y se inventarió las piezas inservibles que debían ser reemplazadas; Se procedió al armado y mantenimiento con las piezas nuevas o reparadas; Posteriormente se evaluó el funcionamiento del equipo comparándose las dos observaciones. Se realizaron modificaciones con el fin de aumentar la eficiencia; Finalmente se realizó la prueba de funcionamiento para establecer los criterios necesarios. Lo evaluado relaciona engranajes y combinaciones de funcionamiento para las condiciones de las áreas de estudios, obteniéndose los parámetros buscados.

4.3.1 Calculo del número de semillas por kilogramo. En el laboratorio de mecanización, se separaron diez muestras con 100 semillas cada una de diferentes cultivos: Maíz, arroz, fríjol, ajonjolí. Se seleccionaron estas debido a que corresponden a los cultivos más usuales de la región.

Cada grupo de semillas se promedió, consiguiéndose así el peso de 100 semillas. Con el peso de 100 semillas se calculó el número de semillas por kilogramo para cada cultivo.

4.3.2 Evaluación prueba estática. Para esta prueba ubicamos la sembradora en un sitio amplio y plano, dejando libre la rueda impulsora y los dispositivos sembradores. Luego se procedió a calcular el número se semillas por vuelta de la rueda impulsora y el número de semillas por metro lineal de recorrido de la rueda impulsora de la sembradora.

4.3.2.1 Cálculo del número de semillas por vuelta de la rueda impulsora. Para hacer este cálculo se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se depositó cierta cantidad de semilla en la tolva del equipo.
- Se graduaron las compuertas del fondo de acuerdo con el tamaño de la semilla.
- Se abrieron tres llaves-esclusas, una en cada extremo de la caja de semillas y otra en el centro.
- Ubicadas las palancas del engranaje dosificador en la menor posición (100- 10 – 1), se le dio varias vueltas a la rueda impulsora hasta que la descarga fuera constante.

- Se colocó una bolsa plástica a cada uno de los tres tubos telescópicos correspondientes a las palancas sembradoras en funcionamiento y de inmediato a la rueda impulsora se le dio diez vueltas.
- Se retiró la bolsa de cada uno de los tubos telescópicos con la semilla descargada.
- Los dos pasos anteriores se repitieron cinco veces para cada posición de las palancas del engranaje dosificador, consiguiéndose así, un total de 15 muestras para cada posición.
- La cantidad de semilla arrojada en cada ensayo fue clasificada y analizada posteriormente.
- Los resultados obtenidos con una misma clase de semilla y combinación fueron promediados para evitar el exceso de información.
- Con el peso promedio de estas muestras se calcula el número de semillas por vuelta de la rueda impulsora utilizando la siguiente expresión:

$$\#\ Sem\ /\ (V.R.I) = \frac{\text{Peso promedio muestras (gr)} \times \#\ sem/kg}{1000\ gr \times 10}$$

4.3.2.2 Cálculo del número de semillas por metro lineal de recorrido. Con el número de semillas por vuelta de la rueda impulsora se calcula el número de semillas por metro lineal de recorrido utilizando la siguiente expresión:

$$\#\ Sem\ /\ metro\ lineal = \frac{\#\ Sem\ /\ (V.R.I)}{\text{Diámetro rueda impulsora}}$$

Cada resultado de las pruebas se llevó a gráficas de comportamiento. Para realizar estas gráficas, a cada posición de las palancas del engranaje dosificador se le asignó un número como se muestra en la tabla 11. Este

número se coloca en el eje de las abscisas; en la ordenada se coloca el número de semillas por vuelta de la rueda impulsora.

Para determinar las ecuaciones del número de semillas por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas por metro lineal de recorrido se procedió a graficar los resultados en papel semilogarítmico.

4.3.3 Evaluación dinámica o de campo. A manera de práctica se preparó una porción de terreno dejándola apta para ser cultivada. Se traslado la sembradora a este sitio sometiéndola posteriormente a la prueba.

4.3.3.1 Cálculo de la profundidad de siembra. Los primeros ensayos se realizaron sin los cubre semillas adaptados, buscando de esta manera determinar la profundidad de siembra lograda por los abresurcos, utilizando en siguiente procedimiento:

- Se accionó la sembradora varias veces modificando cada vez la posición del resorte en la varilla reguladora de presión en cada palanca sembradora utilizada en el ensayo.
- Se mide la profundidad de siembra para cada posición del resorte de presión.

4.3.3.2 Cálculo del número de semillas por metro lineal de recorrido. Se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se deposita cierta cantidad de las diferentes clases de semillas en la tolva de la sembradora.
- Se gradúan adecuadamente las compuertas de fondo y las llaves esclusas de acuerdo al tipo de semilla.
- Se acciona la sembradora sin los cubre emillas en diferentes posiciones de las palancas de engranaje.
- Se observa la disposición de las semillas en el suelo, la cantidad y la distancia entre ellas para determinar el número de semillas por metro lineal de recorrido.

4.3.3.3 Cobertura de las semillas. Se accionó la sembradora con todos los accesorios, oportunidad que se aprovechó para verificar los resultados obtenidos con los cubre semillas.

5. RESULTADOS

5.1 DIAGNOSTICO REALIZADO A LA SEMBRADORA SAXONIA A 200

Al inspeccionar y poner a funcionar por vez primera a la sembradora SAXONIA A 200 encontramos una maquina muy valiosa en completo estado de abandono con muchos años de desuso y cubierta por una gran cantidad de malezas y aguas residuales que ocasionaban a la sembradora un deterioro significativo, trayendo como consecuencia una muy baja eficiencia de trabajo.

Se observó que muchas de sus partes necesitaban reparación, otras urgían un cambio completo y muchas de ellas no se encontraron a pesar de realizar una exhaustiva búsqueda en el taller y chatarrería de la Universidad.

En las figuras 1 y 2 apreciamos el estado inicial de la sembradora SAXONIA A 200.

Figura 1. Sembradora SAXONIA A 200. Etapa diagnóstica.

Figura 2. Partes de la sembradora. Etapa diagnóstica

5.2 INVENTARIO DE LAS PIEZAS INSERVIBLES

Dentro del material inventariado podemos destacar o clasificar como piezas inservibles, las siguientes:

- Tuercas de diferentes diámetros y espesor.
- Tornillos de diferentes longitudes y diámetros.
- Pasadores.
- Resortes para graduar profundidad de siembra.
- Tornillos para enganche de dispositivo sembradores 3 x ½ de pulgadas.
- Afloja huellas.
- Pasta transparente de medición de semillas.
- Tapa de engranaje.
- Tapa de la tolva.
- Llantas y neumáticos.
- Dos (2) Dispositivos sembradores..
- Rastrillo de dientes elásticos de tape de semilla.
- Guía para ajuste de pauta.
- Bandeja para recolección de semillas.
- Resorte del bastidor.

5.3 EVALUACIÓN DE LA SEMBRADORA SAXONIA A 200 EN LA ETAPA DIAGNOSTICA.

Armada y puesta en marcha, la máquina arrojó unos resultados muy por debajo de lo normal; durante la evaluación estática y la evaluación dinámica algunas de esas deficiencias se notaron al accionar los mecanismos de calibración en donde las combinaciones deseadas no se pudieron realizar debido a la corrosión que presentaban estos mecanismos, la regulación de semillas no se pudo controlar, la cantidad indiscriminada de semillas quedó al descubierto y a muy poca profundidad. La distribución de semillas en los surcos no fue uniforme, se apreciaron chorros de hasta 20 semillas con espacios en blanco (sin sembrar) de 2 o 3 metros. Con la máxima presión en los resortes en las palancas sembradoras solo se obtuvo profundidades de siembra entre 1 y 3 centímetros.

5.4 ADAPTACIONES Y REPARACIONES

Teniendo En cuenta los resultados de la evaluación diagnóstica, se procedió al estudio posible de las adaptaciones y reparaciones, escogiendo materiales de alta calidad. Las principales adaptaciones y las más notables reparaciones se ventilan a continuación:

5.4.1 Resorte del bastidor (adaptación). Se realizó tratando de darle la fuerza y enganche necesario al alce hidráulico.

Este resorte se reportó entre las piezas desaparecidas, por lo tanto para la escogencia del nuevo resorte se hicieron varios ensayos y cálculos de elasticidad con diferentes modelos, hasta encontrar el que mejor se ajustaba a la necesidad.

En este proceso se realizaron las siguientes actividades:

- Determinación de la altura de enganche.
- Escogencia de resorte.
- Cálculo de elasticidad.
- Diseño de terminales del resorte escogido
- Cambio de pasadores.

Nuevo resorte del bastidor. Figuras 3 y 4.

Figura 3. **Bastidor. Puntos de acople del alce hidráulico.**

Figura 4. Resorte del Bastidor

5.4.2 Cadenas de rodillos reforzados (adaptación). Debido a que las cadenas que movían el sistema de engranaje de la sembradora se encontraban en mal estado y que su ajuste a los piñones ofrecía mucho juego afectando el buen funcionamiento de la misma se optó por la adaptación de cadenas con rodillos reforzados.

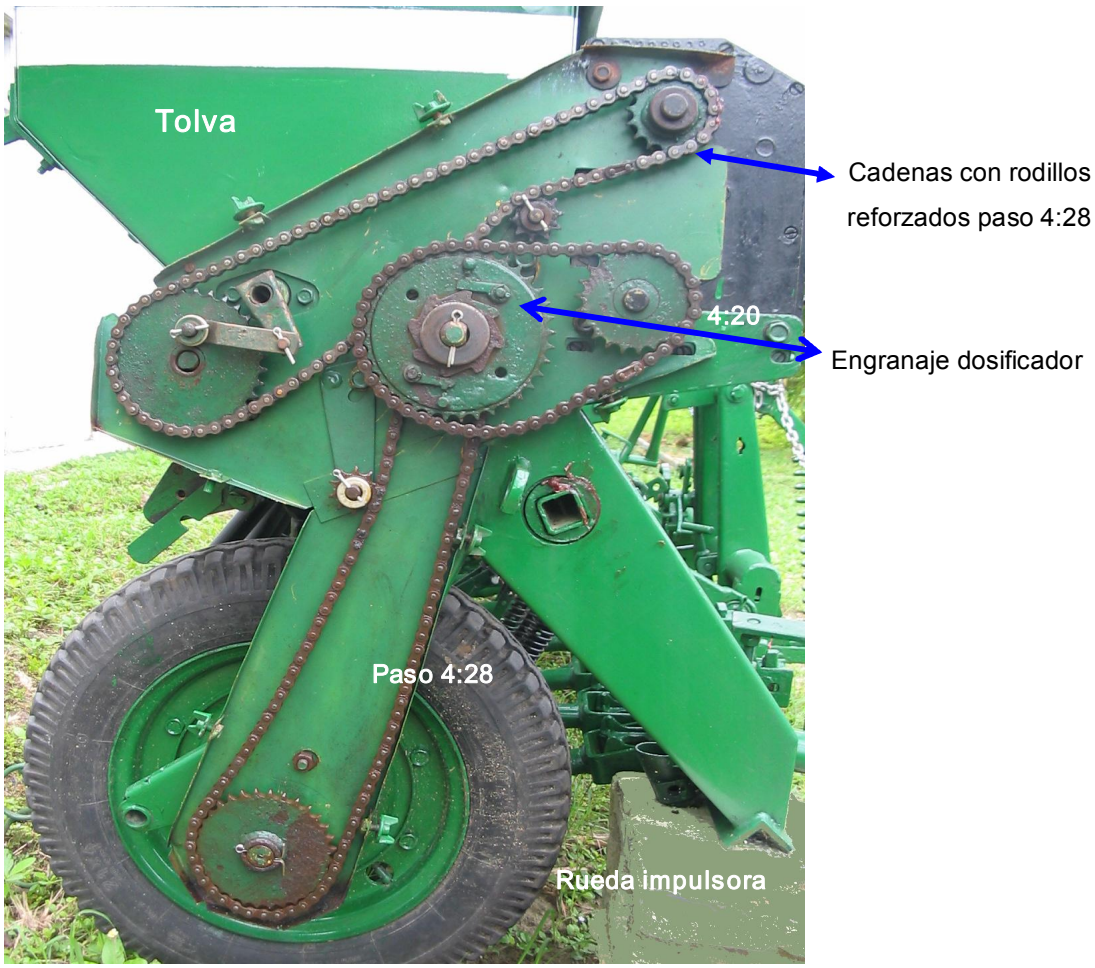
Esta adaptación trajo como consecuencia la búsqueda del mejor calibre para el sistema, optando por las de paso 4:28 (dos cadenas) para los piñones

principales y la de paso 4:20 (una cadena) para los piñones internos. Para esto se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Dimensión de cada piñón sembrador.
- Longitud y diámetro de las cadenas originales y las adaptadas.
- Ensayo y ensamble de las nuevas cadenas.
- Evaluación de eficiencia.

Sistemas de engranaje utilizando cadenas de rodillos reforzados paso 4:28 y paso 4:20. Figura 5.

Figura 5. **Accionamiento de la Sembradora con cadenas reforzadas.**



5.4.3 Cubridora de semilla (adaptación). En algún tiempo la sembradora trabajó con rastrillos de dientes elásticos, para ejecutar esta labor; en el informe diagnóstico estos rastrillos no fue posible encontrarlos. Al adaptarle nuevos rastrillos la eficiencia del tapado no era óptima, por tal razón y después de varios ensayos, se le adaptaron como mecanismos cubridores de semillas un modelo de eslabones colgantes. Se ejecutaron las siguientes acciones:

- Estudio de altura de arrastre.
- Análisis de ancho y profundidad de surco.
- Muestra de estructuras de varios suelos sucreños.
- Escogencia del accesorio cubridor de semilla.
- Cálculo del número de eslabones del modelo escogido.
- Escogencia de la posición, en el abre surco.
- fijación del accesorio.

Comparación grafica de dispositivo cubridor de semillas original y sistema cubridor de semillas adaptado en la sembradora SAXONIA A200. Figuras 6-7.

Figura 6. **Rastrillo de dientes elásticos. Sistema original cubre semillas.**

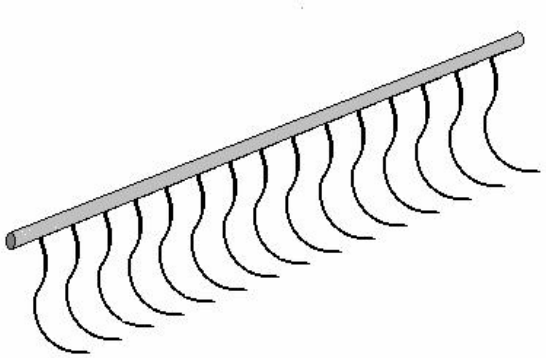
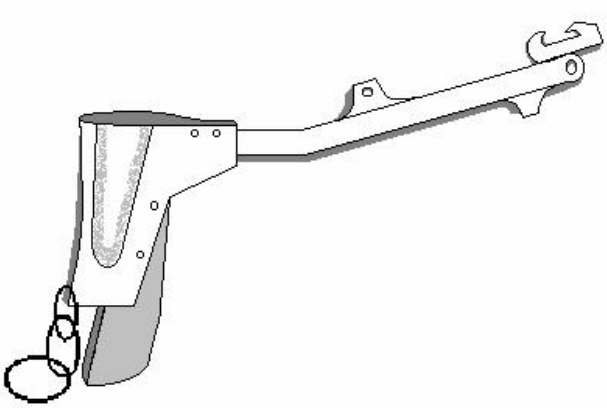


Figura 7. **Cubre semillas de eslabones colgantes (rastras). Adaptado.**



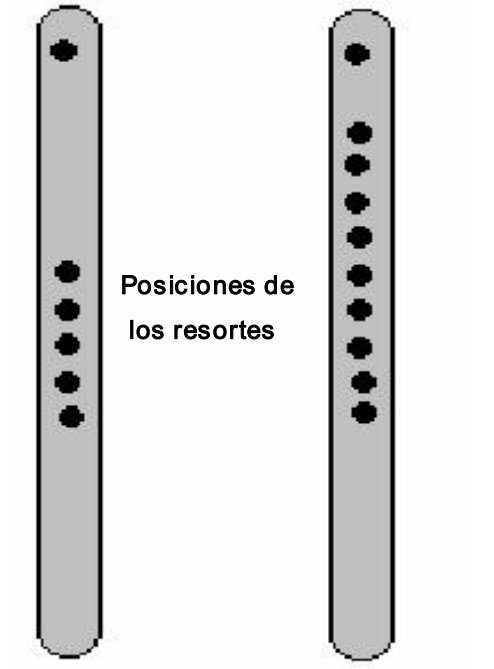
5.4.4 Tubos telescópicos (reparación). Debido al descuido al fijar la sembradora sin conservar las más mínimas precauciones, los dispositivos sembradores se encontraban en mal estado presentando magulladuras y oxidaciones en varias partes, al respecto se procedió así:

- Diagnostico del estado de los tubos telescópicos.
- Latonería y soldadura de los tubos telescópicos.
- Cambio de pasadores.

5.4.5 Resortes de las palancas sembradoras. Los resortes de estas palancas no se encontraban completos, pero los faltantes se pudieron remplazar por unos de igual compresión.

5.4.6 Varillas de regulación de presión de los resortes de las palancas sembradoras. Las varillas reguladoras de presión de los resortes de las palancas sembradoras disponían de cinco posiciones de regulación de presión; debido a la poca profundidad de siembra obtenida fue necesario adaptarle cuatro posiciones adicionales para lograr una mayor presión a los resortes para más profundidad de siembra. Figura 8.

Figura 8. **Varillas reguladoras de presión de los resortes de las palancas sembradoras.**

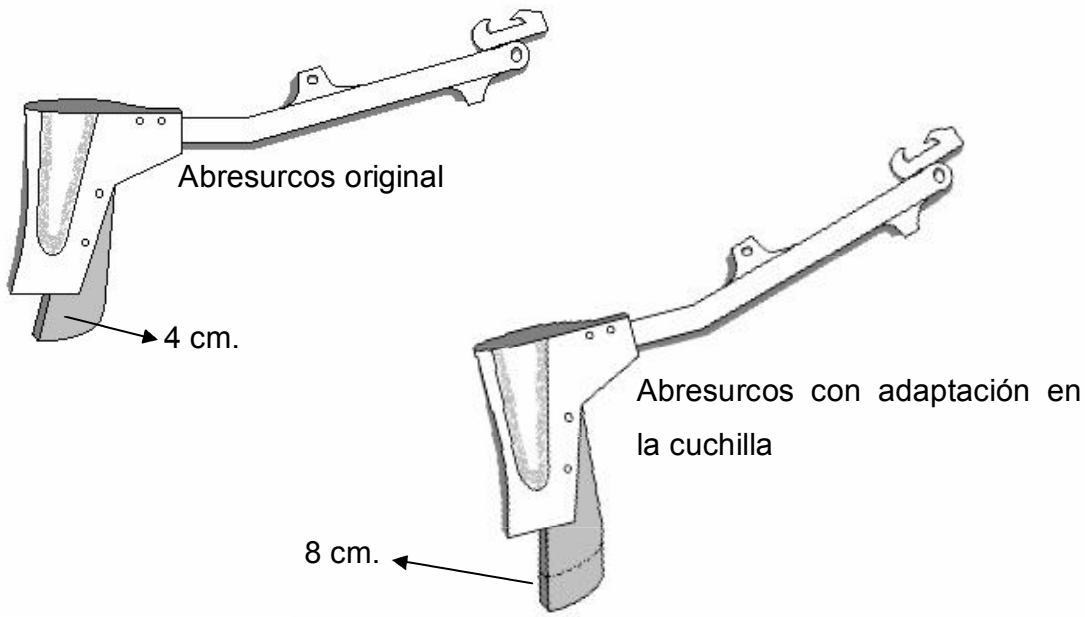


5.4.7 Abresurcos (adaptación). A los abresurcos se les practicó un proceso de alargamiento en la cuchilla surcadora. Adaptación esta requerida por la poca penetración y corte en las labores de siembra, como lo confirma el reporte diagnóstico. Inicialmente la longitud de las cuchillas del los abresurcos era de 4 centímetros, después del alargamiento la longitud final es de 8 centímetros. Siguiendo las siguientes pautas se ejecutó esta acción.

- Análisis de la prueba dinámica.
- Determinar la altura optima del abre surco.
- Escogencia de platina.
- Trazado y corte de platina.
- Acople de platinas cortadas, a la cuchilla original del abre surco.
- Soldadura y pulimento de adaptación.

Grafico de comparación en la adaptación realizada a los abre surcos.
Figura 9.

Figura 9. **Adaptación de las cuchillas de los abresurcos.**



5.4.8 Tapa de la tolva (sustitución). La corrosión y el abandono lograron deteriorar por completo la tapa de la tolva. Para rescatar esta importante parte de la sembradora y tratando de conservar al máximo su forma geométrica, se trabajó así:

- Retiro de la tapa inservible.
- Escogencia del calibre de la lámina a utilizar para la fabricación de la nueva tapa.
- medición de los ángulos de quiebre.
- Escogencia de los ganchos de seguridad para la nueva tapa.
- Ubicación y ensamble de la nueva tapa a la sembradora.

5.4.9 Mantenimiento. Esta etapa fue propicia para el cambio total de la tornillería, graceras, aceite del sistema de engranaje y algunos otros accesorios que se encontraban en estado crítico.

5.4.10 Pintura. Las fotos iniciales son prueba del mal estado y desfavorable apariencia de la sembradora.

Como etapa culminatoria se procedió al pintado general de la sembradora utilizando pintura clase 1 con colores verde y blanco, característicos de la Universidad de Sucre.

5.5 ESTADO ACTUAL DE LA SEMBRADORA SAXONIA A 200

Al realizar todo los procesos de adaptación, reparación y sustitución ventilados en el proyecto, logramos una nueva calibración con resultados alentadores:

- Restauración de la sembradora a chorrillo SAXONIA A 200, la cual se hallaba en estado de abandono e inutilidad.

- Optimización de las propiedades mecánicas de la sembradora a chorrillo A 200.

- Mejoramiento del grado de eficiencia de la sembradora.

- Adaptabilidad de la sembradora a chorrillo para ejecución de labores agrícolas en terrenos arcillosos.

Vista reciente de la apariencia de la sembradora SAXONIA A 200 terminado el proyecto. Figuras 10 y 11.

Figura 10. Estado actual de la sembradora SAXONIA A 200.

Figura 11. Estado actual de la sembradora SAXONIA A 200.

5.6 EVALUACIÓN FINAL DE LA SEMBRADORA SAXONIA A 200

En las pruebas estáticas y dinámicas finales realizadas a la sembradora, los resultados son satisfactorios. Se pudo utilizar en las 72 diferentes posiciones de siembra de la caja de engranajes. Se alcanzó un flujo constante y uniforme de las diferentes clases de semillas utilizadas en los ensayos. Se obtuvo una profundidad de siembra adecuada para los diferentes cultivos.

5.6.1 Evaluación prueba estática.

5.6.1.1 Determinación del peso de 100 semillas. El resultado se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. **Peso (gr) promedio de cien (100) semillas de las diferentes muestras utilizadas.**

SEMILLAS	AJONJOLI	ARROZ	FRIJOL	MAÍZ
MUESTRAS	PESO (gr) PROMEDIO DE CIEN (100) SEMILLAS			
1	0.3042	2.8932	18.6642	28.7321
2	0.3671	3.0421	17.3925	27.9634
3	0.3061	3.1596	17.9115	29.1930
4	0.2936	2.7993	18.4140	28.6762
5	0.3519	3.2060	19.0264	27.8990
6	0.2955	2.9422	17.4325	28.9656
7	0.3383	2.9009	17.1910	29.0368
8	0.2981	3.1477	17.2220	27.7947
9	0.3004	3.0971	18.4119	29.3392
10	0.3210	2.8453	17.3884	28.5314
PROMEDIO	0.3176	3.0035	17.9055	28.6131

5.6.1.2 Número de semillas por kilogramo. Ver tabla 2.

Tabla 2. **Peso (gr) promedio de cien (100) semillas y número de semillas por kilogramo.**

SEMILLAS	PESO (gr) DE LAS 100 SEMILLAS	NÚMERO DE SEMILLAS/ Kg.
AJONJOLÍ	0.3176	314462
ARROZ	3.0035	33295
FRÍJOL	17.9055	5585
MAÍZ	28.6131	3495

5.6.1.3 Número de semillas por vuelta de la rueda impulsora. El número de semillas de cada cultivo arrojado por la sembradora para las diferentes posiciones de las palancas de los engranajes se puede observar en las tablas 3, 4, 5 y 6.

5.6.1.4 Número de semillas por metro lineal de recorrido. El resultado se muestra en las tablas 7, 8, 9 y 10.

Ver archivo anexo para tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 (TABLAS)

5.6.1.5 Gráficas de comportamiento de la sembradora. Las figuras 12, 13, 14 y 15 muestran el comportamiento de la sembradora para la siembra de los diferentes cultivos utilizados en el ensayo de acuerdo con las posiciones de los engranajes.

Figura 12. **Gráfica del número de semillas de ajonjolí por vuelta de la rueda impulsora vs. posiciones de los engranajes.**

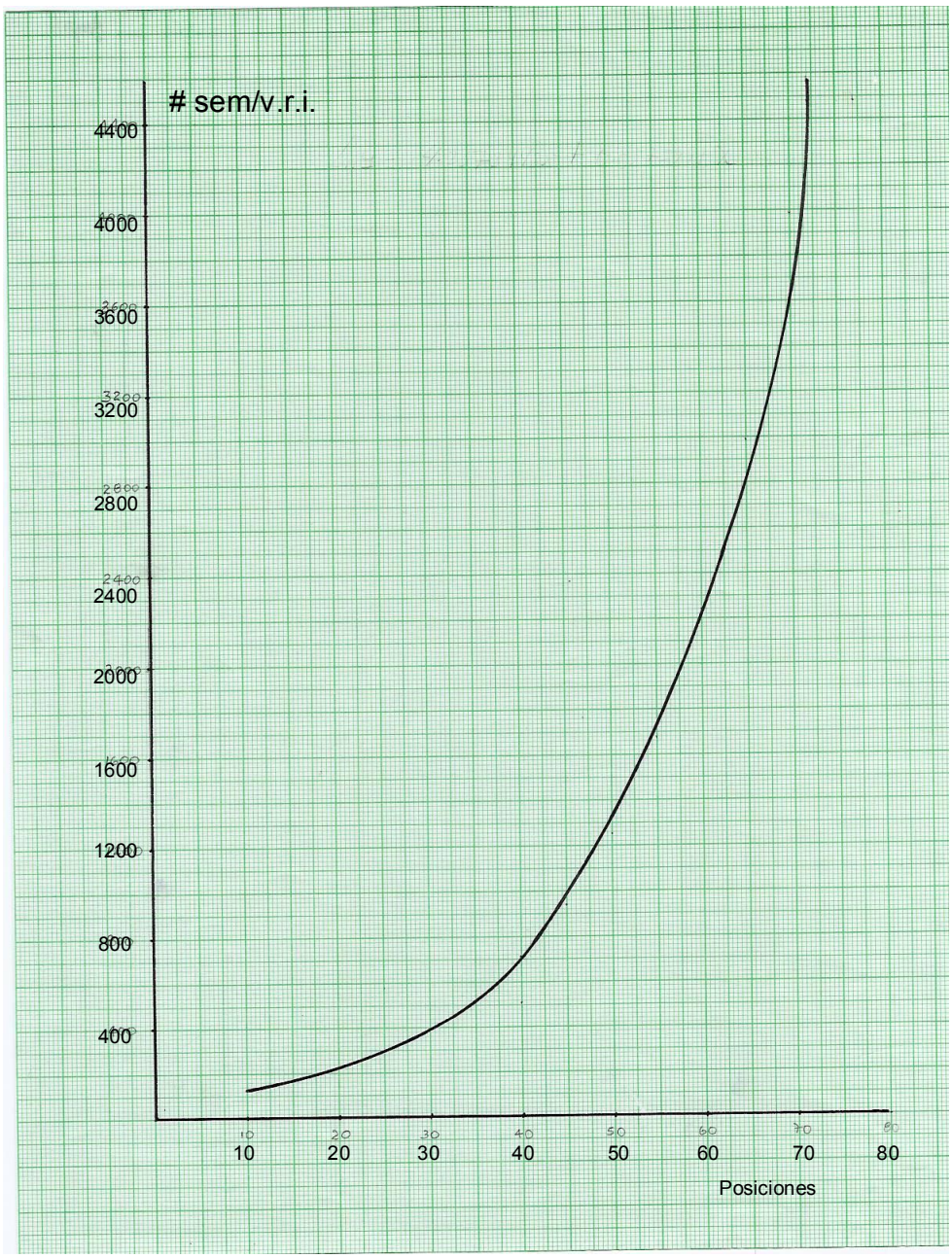


Figura 13. Gráfica del número de semillas de arroz por vuelta de la rueda impulsora vs. posiciones de los engranajes.

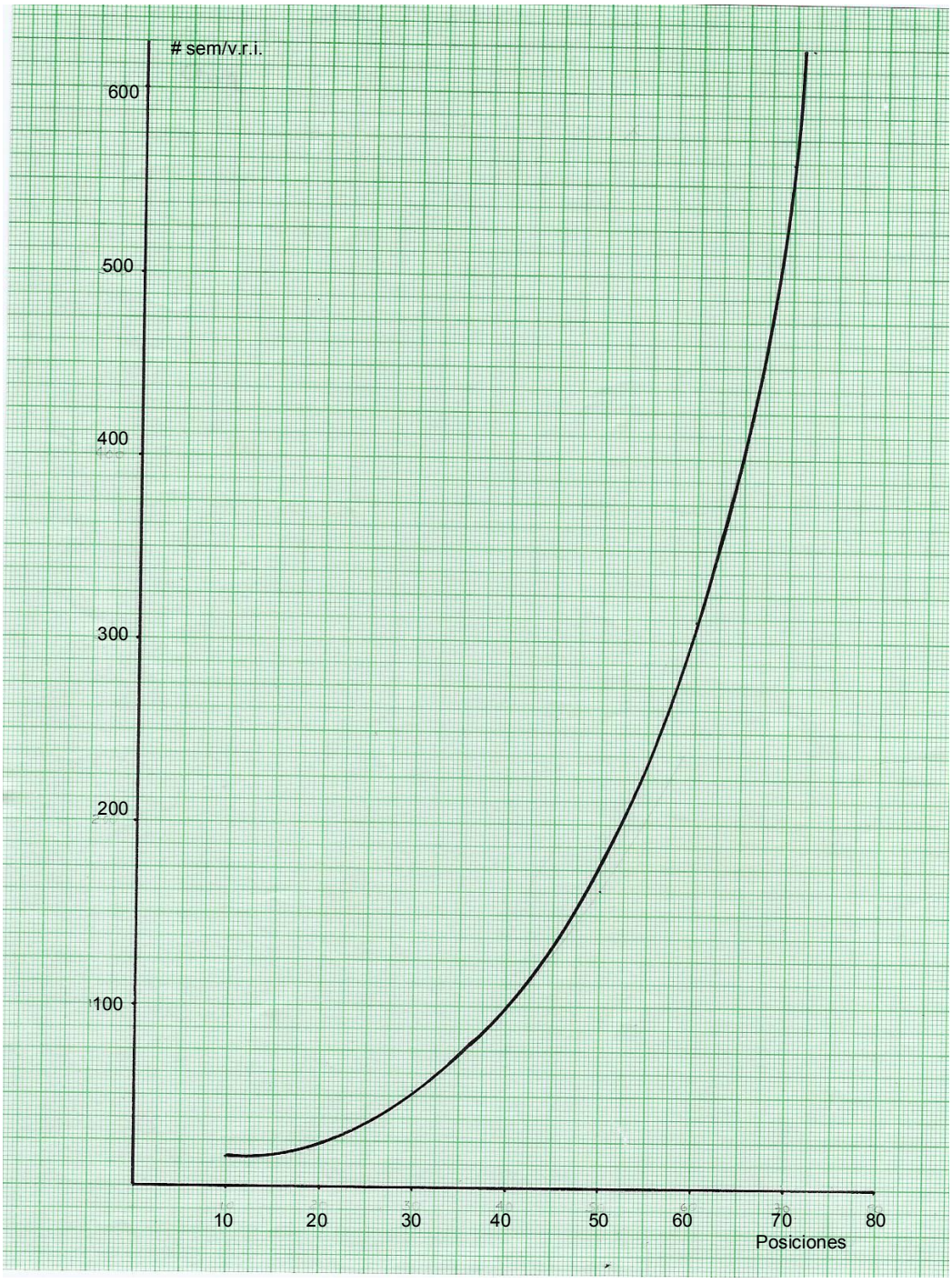


*Figura 14. Gráfica del n*úmero de semillas de fríjol por vuelta de la rueda impulsora vs. posiciones de los engranajes.

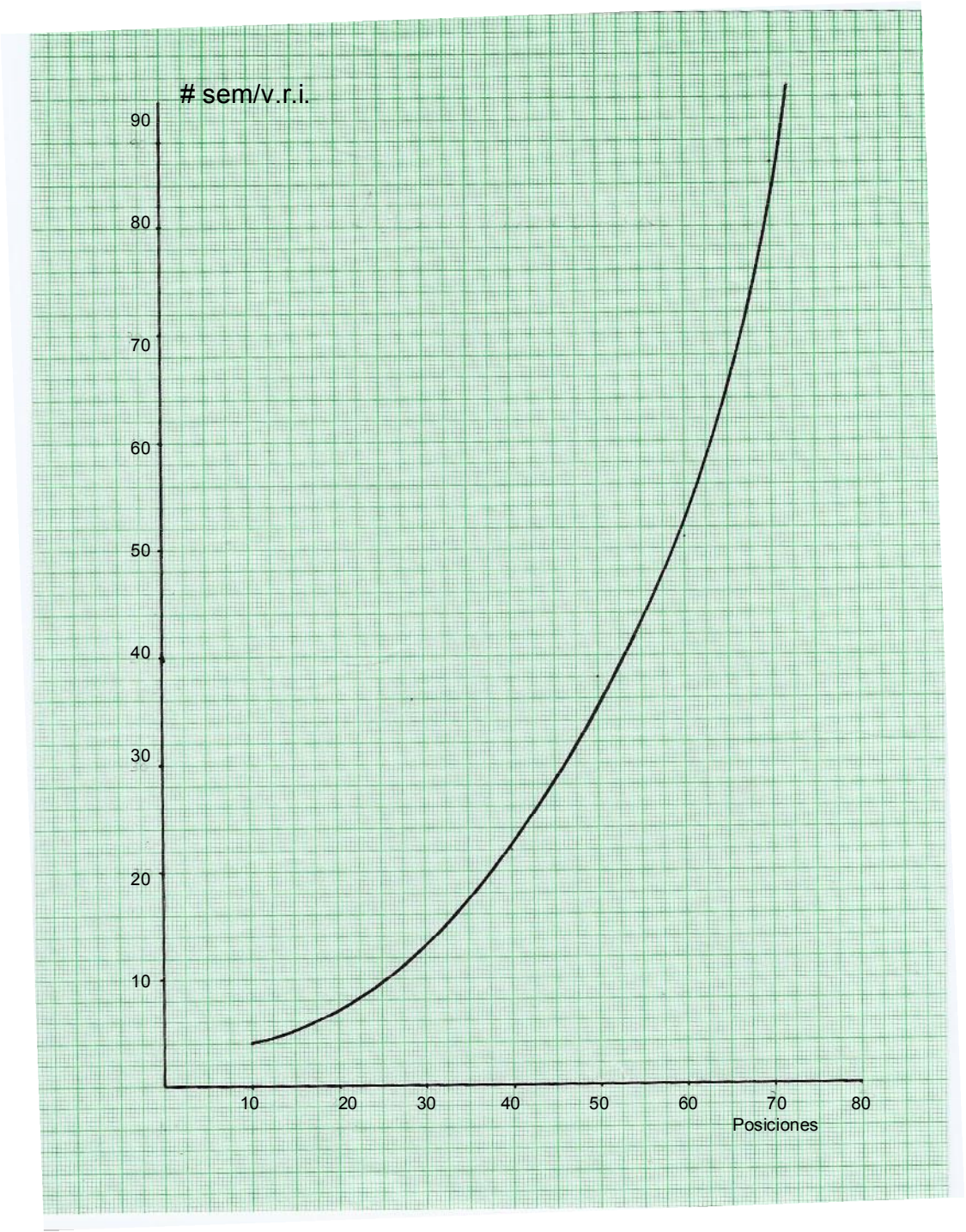


Figura 15. Gráfica del número de semillas de maíz por vuelta de la rueda impulsora vs. posiciones de los engranajes.

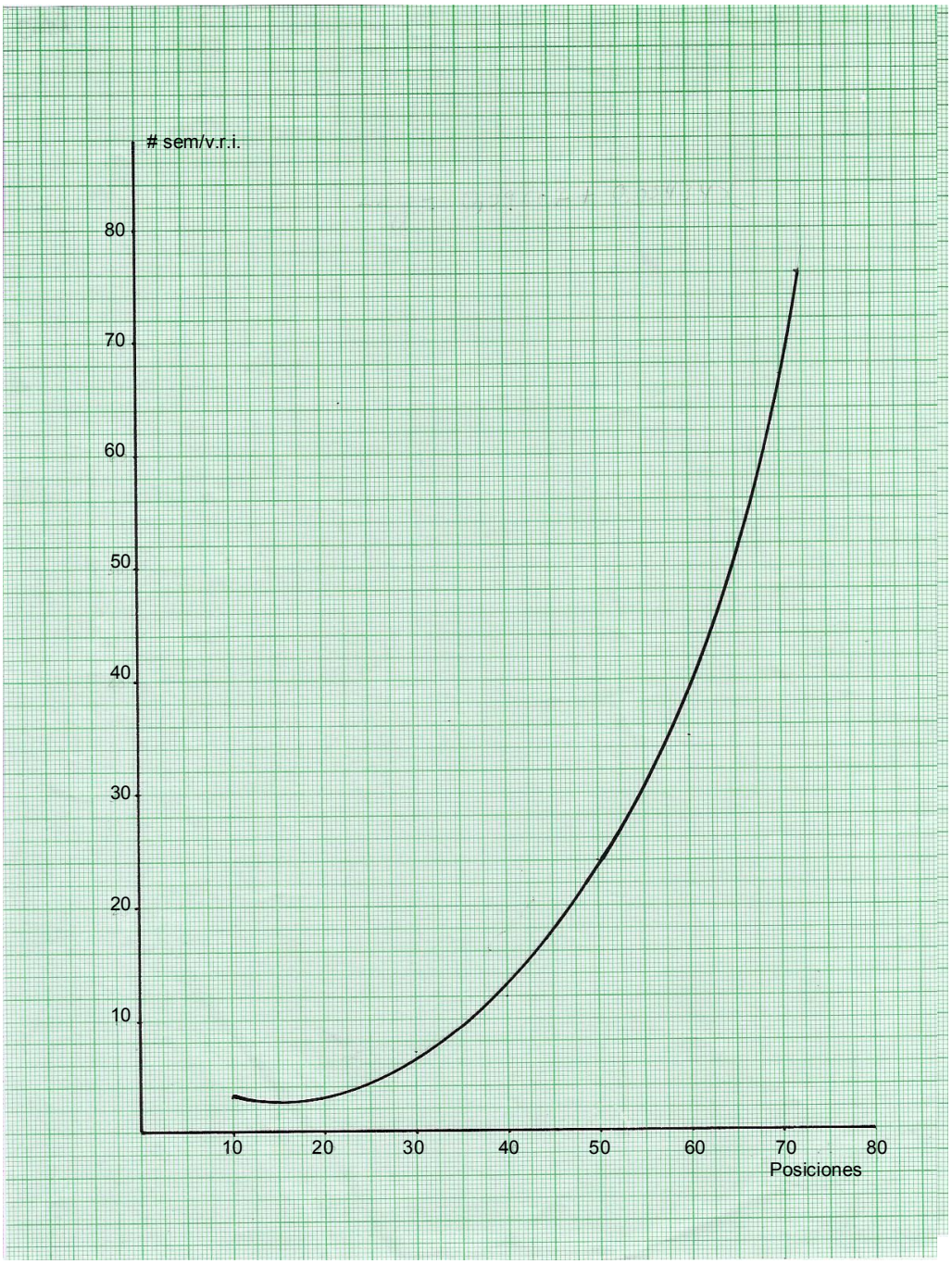


*Figura 16. Gráfica del n*úmero de semillas de ajonjolí por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de ajonjolí por metro lineal de recorrido vs. posiciones de los engranajes. (Papel semilogarítmico)

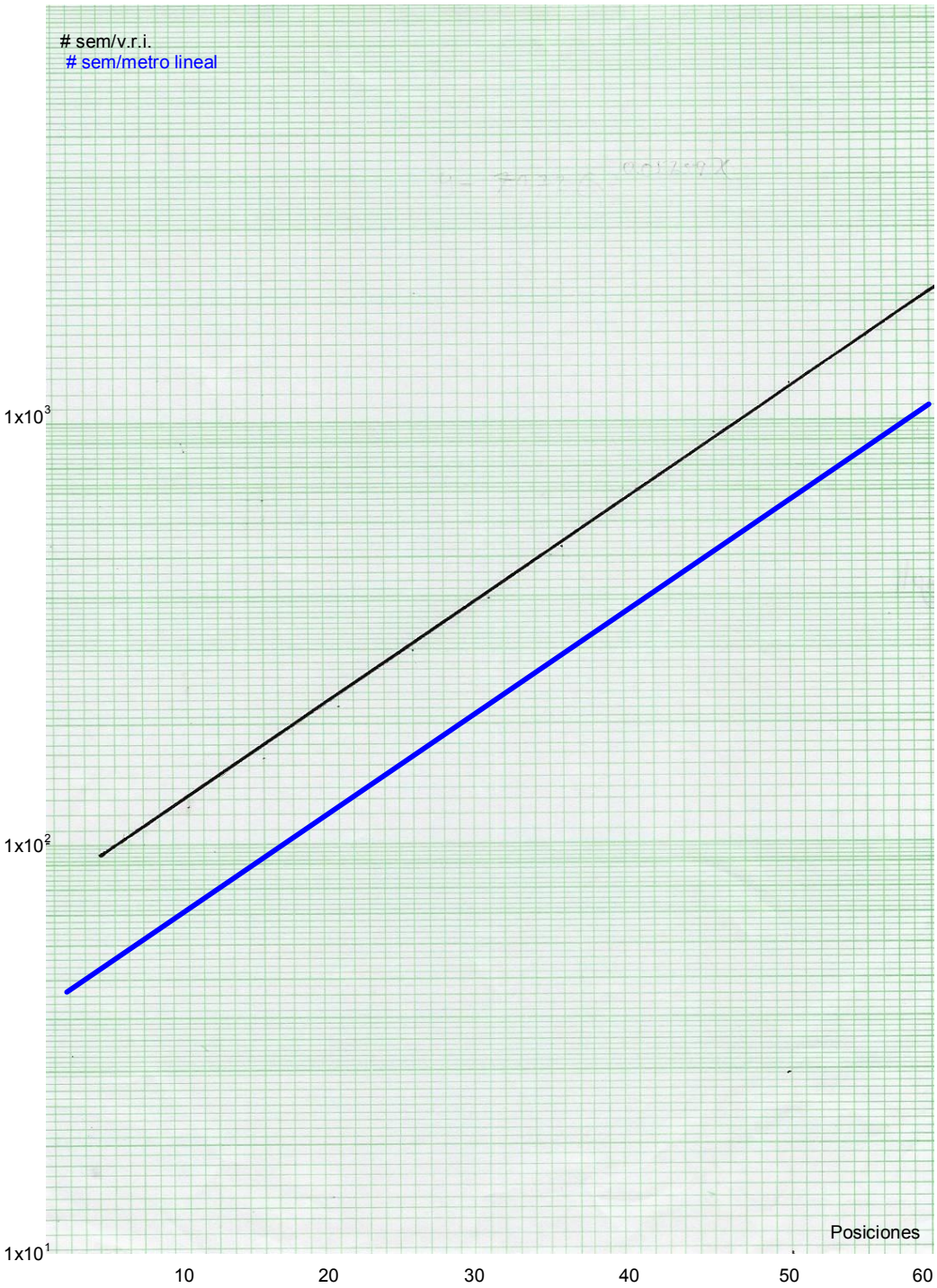


*Figura 17. Gráfica del n*úmero de semillas de arroz por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de arroz por metro lineal de recorrido vs. posiciones de los engranajes. (Papel semilogarítmico).

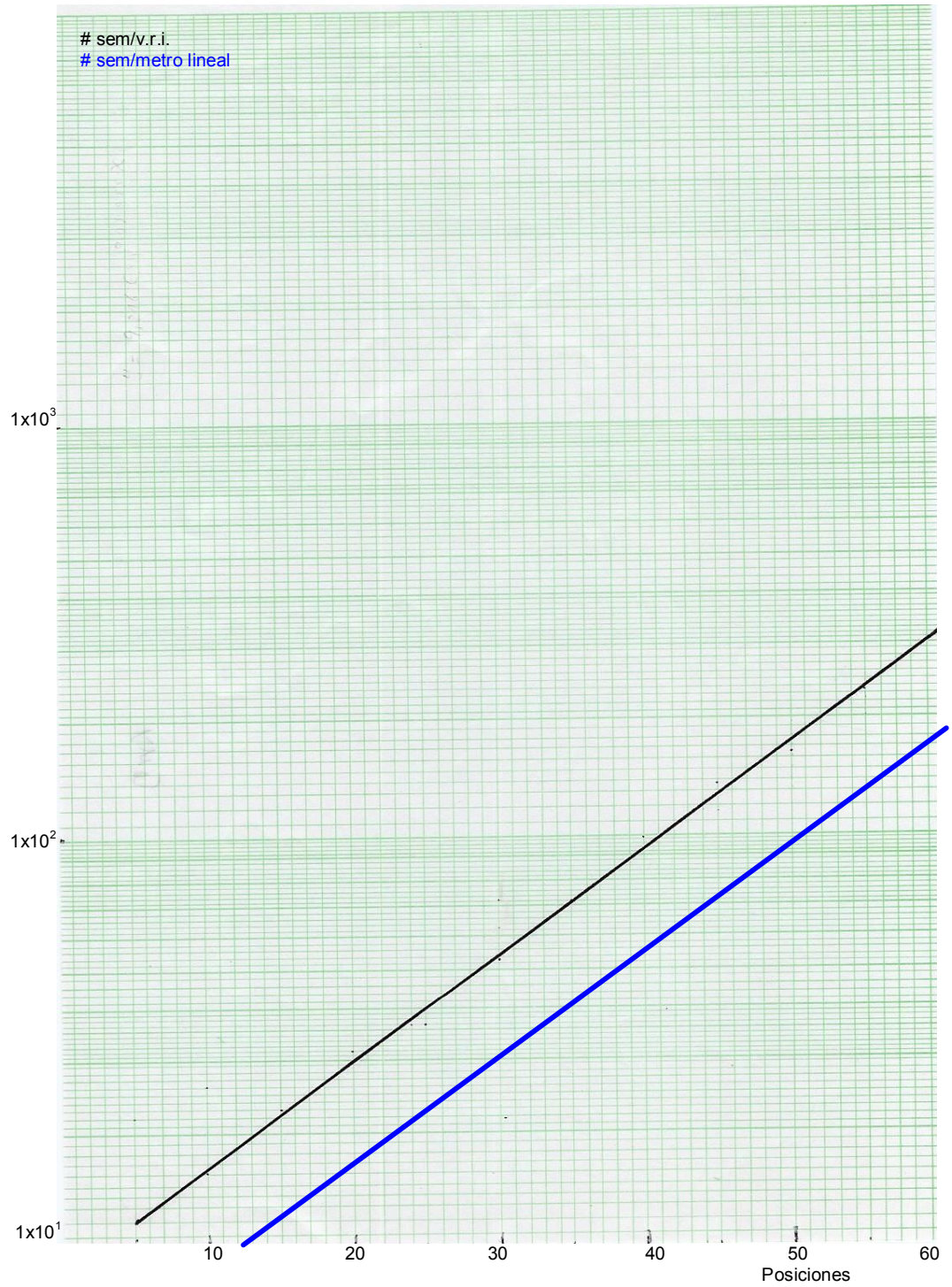


*Figura 18. Gráfica del n*úmero de semillas de fríjol por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas de fríjol por metro lineal de recorrido vs. posiciones de los engranajes. (Papel semilogarítmico).

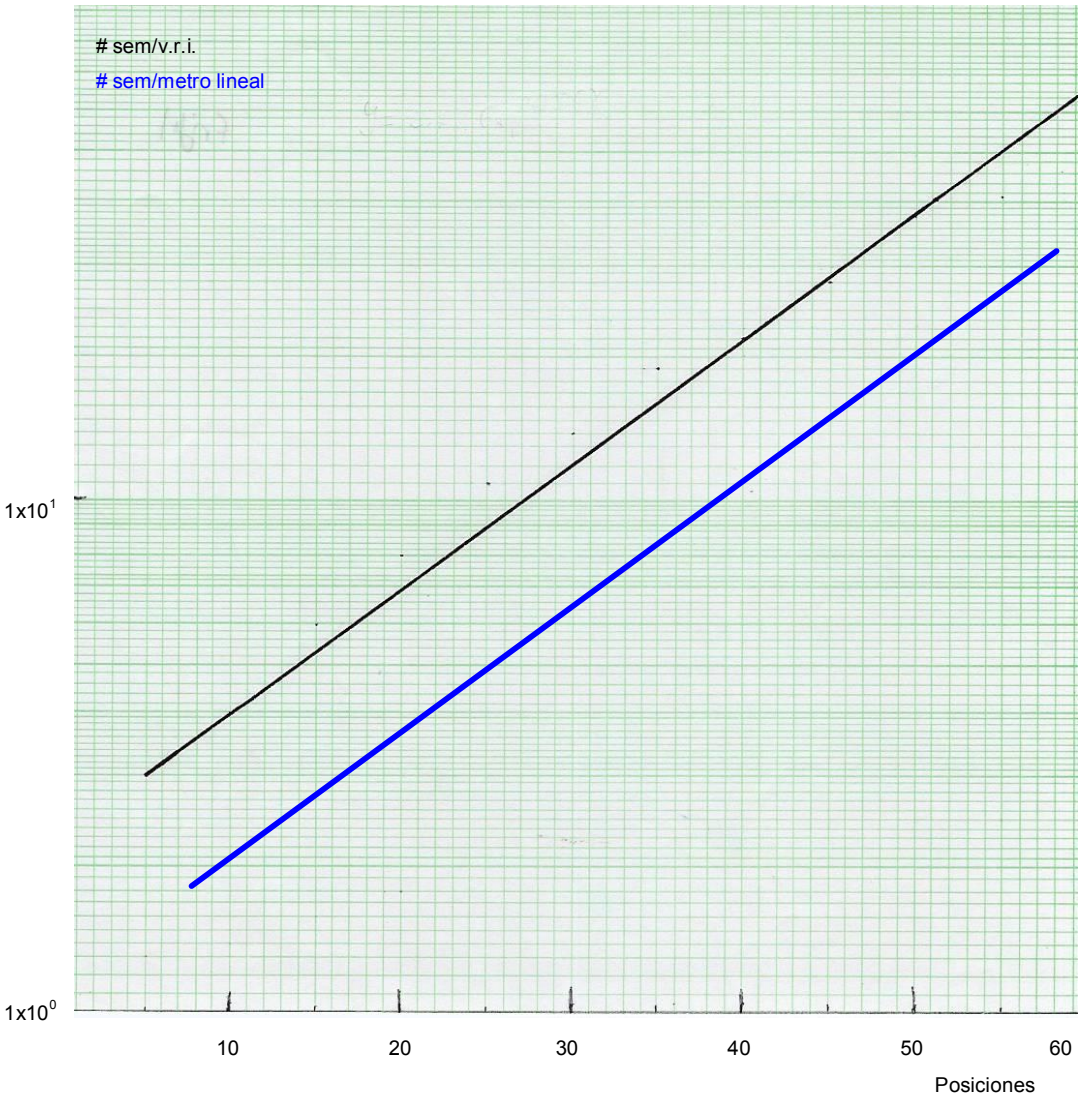
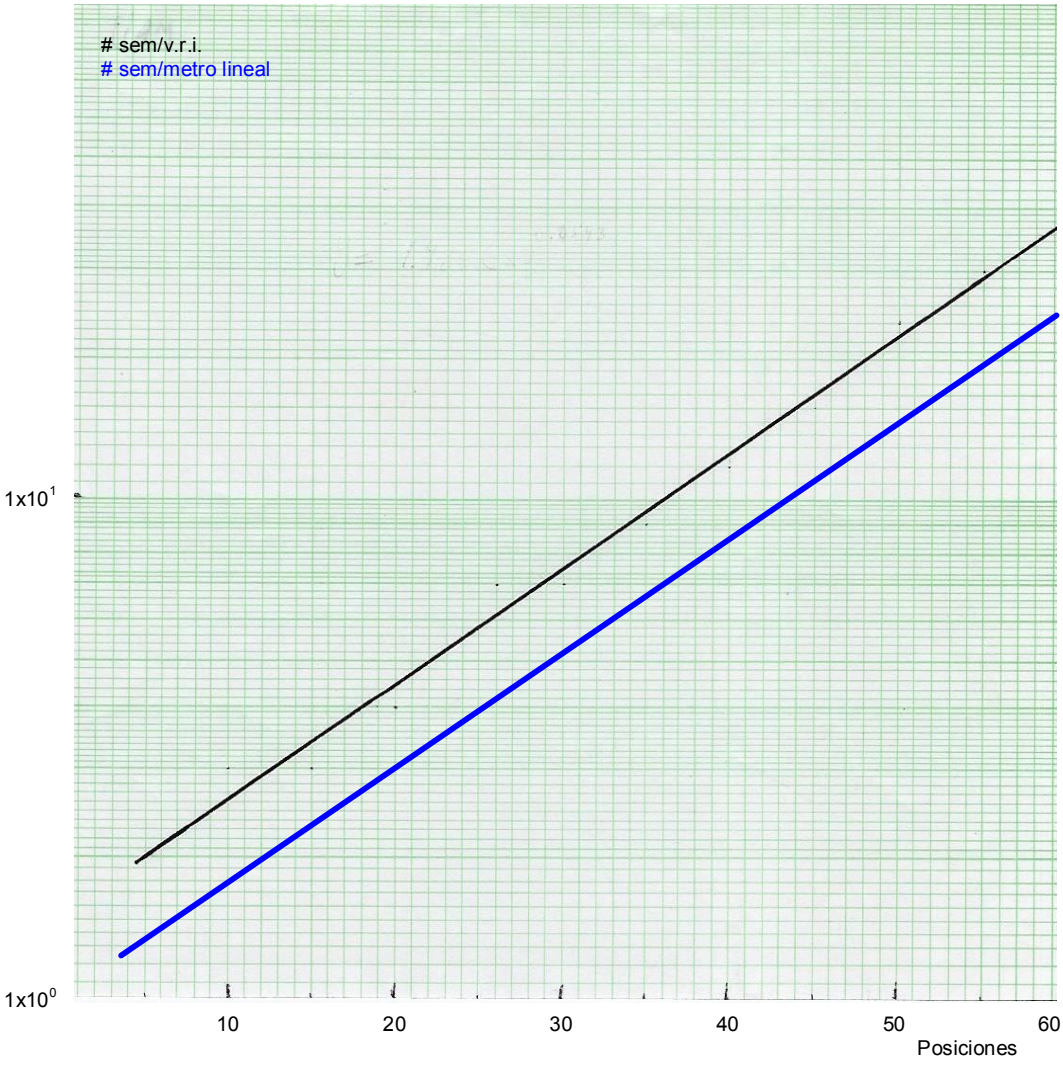


*Figura 19. Gráfica del n*úmero de semillas de maíz por vuelta de la rueda impulsora y número de semillas maíz por metro lineal de recorrido vs. posiciones de los engranajes. (Papel semilogarítmico).



De las gráficas 16, 17, 18 y 19 (gráficas en papel semilogarítmico de las tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10), por regresión lineal se obtienen las ecuaciones:

Ajonjolí	$Y = 70{,}72\ Exp^{0{,}05759X}$
Arroz	$Y = 9{,}216 Exp^{0{,}05855X}$
Fríjol	$Y = 2{,}78 Exp^{0{,}056X}$
Maíz	$Y = 1{,}486 Exp^{0{,}0543X}$

Donde:

Y = # de semillas por vuelta de la rueda impulsora

X = Posición de las palancas en el engranaje dosificador

5.6.2 Evaluación dinámica. Los resultados obtenidos en esta prueba en cuanto al número de semillas por metro lineal son los mismos que los arrojados en la prueba estática, con un 5% de pérdidas debido a los saltos de la sembradora por poca preparación del terreno.

Figura 20. **Prueba dinámica o de campo.**

En cuanto a la profundidad de siembra con los abresurcos adaptados y con las dos posiciones adicionales de los resortes de presión se obtuvo profundidades hasta de 10 cm. Como puede apreciarse en la tabla 12.

Tabla 12. Profundidad de siembra promedio para las diferentes posiciones de los resortes en las varillas reguladoras de presión.

POSICIONES DE LOS RESORTES EN LAS VARILLAS REGULADORAS DE PRESIÓN	PROFUNDIDAD PROMEDIO DE SIEMBRA (cm)
1	2 – 3
2	3
3	3 - 4
4	4 - 5
5	5
6	6 - 7
7	6 - 8
8	7 - 8
9	8 -10

De acuerdo a la tabla 12, las posiciones de los resortes de presión recomendadas para cultivos de grano fino están entre 1 y 4; y para cultivos de grano grueso entre 5 y 9.

6. MANTENIMIENTO Y CUIDADO

Ya que la calidad del trabajo con la sembradora depende antes que nada del aparato en sí y de su correcto manejo, su tratamiento cuidadoso es un factor decisivo de su duración.

- Todos los resortes, llaves esclusas y equipo de accionamiento deben controlarse continuamente y, dado el caso, deben ser reparados o cambiados.
- Debe limpiarse y/o engrasarse los ajustes de compuertas, caja de semilla, tubos telescópicos y abre surcos después del trabajo, para protegerlos de la corrosión.
- El aparato se estaciona siempre colocando tablas o bancos de madera debajo de los soportes de la sembradora tratando de no apoyar el peso de la maquina sobre los tubos telescópicos y abre surcos.
- Después de una temporada de trabajo el aparato debe repararse de inmediato.
- La sembradora debe guardarse en un galpón durante el cese de trabajo para protegerla de los daños causados por las influencias atmosféricas.
- Engrase periódicamente.
- La pintura se remueve periódicamente, recomendándose pintar cada temporada de trabajo.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al verificar los resultados de las graficas, se comprobó que los sistemas de engranaje en sus diferentes combinaciones trabajan con una eficiencia del 90% y que el número de semillas arrojadas en cada combinación era el esperado, este comportamiento se conserva en semillas de grano fino como también en semillas de grano grueso.

Estos resultados halagüeños se deben a los apropiados cambios de las cadenas agrícolas por las cadenas de rodillos reforzados paso 4: 28, las cuales brindaron un mejor acople en los piñones conductores, superando con esto las continuas molestias de vibración y los bloqueos en el sistema de engranaje.

En la prueba dinámica realizada a la sembradora a chorrillo SAXONIA A 200, la profundidad de siembra fue mayor, ofreciendo esto, mejores posibilidades de germinación y disminuyendo las posibilidades de servir de alimento a algunas aves del entorno. Estos logros se visualizaron gracias a la correcta graduación de los resortes de las palancas sembradoras y al alargamiento de las cuchillas surcadoras, las cuales se adaptaron evitando que su funcionamiento dañara la estructura del suelo trabajado, conservando la profundidad teórica de siembra para semillas de grano fino y grano grueso.

La utilización de eslabones colgantes como elemento accesorio tapa semilla, arrojo resultados de tapado del 92%.

Este modelo se fabricó teniendo en cuenta la estructura de los suelos sucreños; cuenta con tres eslabones de diferentes diámetros en donde el mayor de los aros es un poco mas ancho que el surco de la siembra, esto con la intención de utilizar el máximo de material cubridor sin asfixiar a la semilla , el metal utilizado fue hierro en varillas de 3/8 legitima, brindándole este peso, un poco de apisonamiento al terreno para favorecer al aumento de humedad a su alcance, evitando con esto el arrastre del material depositado, ya sea por el viento o por las aves cercanas.

8. CONCLUSIONES

- La Sembradora a Chorrillo SAXONIA A 200 pudo ser modificada y llevada a un estado óptimo de funcionamiento, lo cual aportará a la academia satisfacciones de conocimientos e ingresos para su sostenibilidad.

- La relación de engranaje que posee la Sembradora a chorrillo SAXONIA A 200 permite obtener en el campo, una distribución de semillas en forma uniforme.

- Las adaptaciones realizadas dan la posibilidad de utilizar la sembradora a chorrillo SAXONIA A 200 de grano fino como herramienta de trabajo en labores de siembra para semillas de grano grueso.

- El sistema de abresurcos adaptado y las palancas sembradoras con sus resortes comprimidores en buen estado, garantizan un surco continuo por hilera y la profundidad deseada (hasta 8 cm.), tanto para semillas de grano fino como para las semillas de grano grueso.

- El sistema de Tapa Semilla adaptado cumple eficientemente estas funciones, trayéndole a la sembradora un mejoramiento notable en sus labores de siembra.

- Los cambios realizados en los mecanismos de engranaje, haciendo referencia a las cadenas agrícolas por las cadenas de rodillos reforzados,

permitieron un mejor acople y menos vibración en los piñones conductores.

9. RECOMENDACIONES

- Antes de utilizar la sembradora a chorrillo SAXONIA A 200 se debe verificar que todas sus piezas estén totalmente ajustadas y en la posición correcta, para así garantizar un buen trabajo al momento de ponerla en operación.

- El montaje y desmontaje del equipo, es preferible hacerlo en terreno plano, para evitar accidentes al momento de realizar el enganche al tractor. (ya que la sembradora le puede caer encima a la persona que efectúe su instalación a la maquina, ocasionando lesiones severas).

- Los operarios de la sembradora SAXONIA A 200 deben conocer el equipo y su forma de calibración, esto para asegurar una buena distribución de la semilla.

- Solo se debe utilizar esta sembradora cuando el terreno a cultivar este apto para las labores de siembra, es decir que se haya efectuado una adecuada mecanización del suelo para evitar al máximo obstáculos como troncos o terrones, buscando de esta manera que la rueda impulsora encargada de transmitir los movimientos sembradores, mantenga unos giros constantes.

- Culminada la siembra, o en cualquier cambio de semilla, es necesario descargar la tolva y evitar que los dispositivos sembradores tengan

contacto directo con superficies duras, para esto se recomienda contar con unos bancos de madera que sirvan de apoyo en los extremos del equipo.

- Al terminar las labores, es importante quitar los afloja huellas y colocarlos hacia arriba en su misma guía, evitando así daños de torcedura, al servir estos de sostén al peso del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura de las Américas. Mantenimiento de Sembradoras. Greatinec: 1987. V 36. N° 2. (Marzo – Abril; 1987).

- CHARRIS, Jairo y TAPIAS Daniel. Reparación, adaptación y evaluación del funcionamiento de una sembradora de martillo. Sincelejo, 2001. 203 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). UNIVERSIDAD DE SUCRE. FACULTAD DE INGENIERÍA. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA.

- GRACIA, C. López. Mecanización de los cultivos hortícolas. Madrid: Mundiprensa, 1983. 130 p.

- HOPFEN y BIESALKI. Pequeños aperos de labranza. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia S.N.E, 1953. 384 p.

- HUNT, Donnell. Maquinaria Agrícola: Operaciones, potencia y selección de equipos. México: Limusa, 1986. 451 p.

- ICA. Informes Anuales Programas de Maquinaría Agrícola. Bogota N.S.E, 1987, 112 p.

- ORTIZ CAÑAVATE, Jaime. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Madrid: Mundi prensa, 1980. 490 p.

- SANDOVAL ASSIA, Ismael. Calibración de la sembradora a chorrillo Saxonia A200. Sincelejo: Universidad de Sucre. Sincelejo, 1992, 88 p.

- SHIPPEN, J. m. y TURNER J. c. Maquinaria Agrícola Básica. España: Acribia, 1968. 208 p.

- STONE, Archie. Maquinaria agrícola. México: Cecsa, 1978. 693 p.

DATOS FINANCIEROS DE INVERSIÓN EN LA RECUPERACIÓN DE LA SEMBRADORA A CHORRILLO SAXONIA A 200

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	V. UNIDAD	TOTAL
Lámina galvanizada # 20	1	$ 30.000	$ 30.000
Platina 3/8 x 2”	5 m.	$ 9.000	$ 45.000
Cadenas de anillos reforzados	3	$ 8.000	$ 24.000
Resortes	18	$ 8.400	$ 151.200
Tornillería			$ 80.000
Aceite	1 galón	$ 24.000	$ 24.000
Grasa	2 potes	$ 6.000	$ 12.000
Soldadura y latonería			$ 140.000
Servicios mecánicos			$ 200.000
Pintura			$ 120.000
Total			**$ 826.200**

DATOS FINANCIEROS POR PRESTACIÓN DE SERVICIOS

1 Ha de siembra = $ 40.000

Recuperación de inversión de reparación: Aproximadamente 22 Ha de siembra, trabajando 5 horas diarias durante 4 días.