

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**



DIVISIÓN DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE PRUEBA DE
FUNCIONAMIENTO DEL AGITADOR Y DETERMINACIÓN DE LA
RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO DE LA ASPERSORA
SWISSMEX MODELO 880.009.

Por:

JOSÉ GUADALUPE LUNA PÉREZ.

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL AGITADOR Y DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO DE LA ASPERSORA SWISSMEX MODELO 880.009.

Por:

JOSÉ GUADALUPE LUNA PÉREZ.

TESIS

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el Comité de Tesis

ASESOR PRINCIPAL

M.C. B. Elizabeth de la Peña Casas.

SINODAL

M.C. Tomas Gaytán Muñiz.

SINODAL

M.C. Jesús R Valenzuela García.

Universidad Autónoma Agraria

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DR. Raúl Rodríguez García.

Coordinación de

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2009.

AGRADECIMIENTOS

A dios le agradezco por la vida y la iluminación de cada día, por acompañarme siempre en todo momento de dificultad y permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios, "creo que hubiera sido casi imposible sin tu ayuda".

A mi UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por brindarme su enseñanza y educación que son de vital importancia como base de mi formación.

A mi asesor principal Blanca Elizabeth de la Peña Casas, por su infinita paciencia y la ayuda para la realización de este trabajo, por sus consejos, por confiar en mí, pero sobre todo por su amistad.

A mis maestros del Departamento de Maquinaria Agrícola, Dr. Martin Cadena Zapata, Mc. Tomas Gaytan Muñoz, Mc. Jesús R Valenzuela García, Mc. Juan Arredondo Valdez, Mc. Juan Antonio Guerrero Hernández, Mc Uriel Serna Fernández, por ser una fuente de inspiración para el perfeccionamiento profesional y el enriquecimiento de experiencias gratas.

A mis compañeros, Leandro Velásquez, Honorio Morales, Luis Miguel Arias, Ricardo Reyes, Israel Honesto, Francisco Román Casas, Leonardo Barreto, Ana María, por su amistad y esos consejos que nos aportamos tanto a todos.

Saludos y Gracias a todos...

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres:

Rubén Luna Gómez.

Miguel Pérez Pérez.

Irma Pérez Pérez.

Lidia Luna Ordaz.

Como un testimonio de gratitud por haber significado la inspiración que necesitaba mi carrera profesional, prometiéndome superación y éxitos sin fin, para devolver el apoyo brindado, y la mejor de las ayudas que puede haber. “Gracias por la vida”, “Gracias por el cuidado”.

A mis Hermanos con mucho cariño, y su apoyo incomparable:

Edgar Luna, Dulce M Luna, Samanta Luna, Nery Pérez, Elizabeth Pérez.

Con amor a mi novia Claudia Marín por el apoyo incondicional, por ser la inspiración para cumplir mis metas, “Te amo hermosa”. Gracias por estar a mi lado.

A mi familia en general por brindarme ese apoyo que necesito en las buenas y en las malas, gracias Chimy, Pabi, Dany, Alexis I, Chorris, Tade, Fime, Leo, Tufi, Maru, Guagua, a mis tías, Flor, Aida, Elena, Imelda, Panzón, Picho, María, etc. Muchas gracias.

Y en especial a mi Primo Osciel, que me enseñó a cuidar y disfrutar la vida día con día.

APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE PRUEBA DE
FUNCIONAMIENTO DEL AGITADOR Y DETERMINACIÓN DE
LA RESISTENCIA AL DESPLAZAMIENTO DE LA ASPERSORA
SWISSMEX MODELO 880.009.

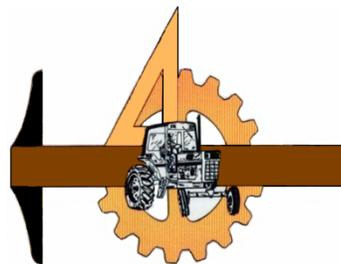
Por:

JOSÉ GUADALUPE LUNA PÉREZ

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARÍA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 2009.

RESUMEN

La carencia de recursos, aunada al desconocimiento de la problemática real del sector, constituye uno de los principales obstáculos para solucionar el grave rezago de México en cuanto al desarrollo de maquinaria agrícola, por lo que las universidades han optado por trabajar en coordinación con empresas y productores que aportan los recursos necesarios para llevar a cabo proyectos de alta calidad y eficiencia.

Ante el vacío que existe en materia de innovación, diseño y fabricación de maquinaria agrícola en nuestro país, donde la mayor parte de los equipos que se utilizan son de procedencia extranjera, que no siempre cumplen totalmente con las características para las que fueron creados. En el presente trabajo se realizan dos evaluaciones del aspersor modelo 880.009 marca SWISSMEX, aplicando la norma NMX-O-179-SCFI-2002 y la metodología de prueba propuesta por el CENEMA para aspersoras tipo aguilón de tracción mecánica accionada por la toma de potencia del tractor, estableciendo las especificaciones mínimas de calidad. La primera evaluación fue determinar la eficiencia del agitador del pulverizador, obteniendo como resultados una concentración promedio de 15.6644 g/L es decir una eficiencia del agitador de 78.322%. Con respecto a las especificaciones de calidad que debe aprobar la evaluación del pulverizador, no sobrepasó el 15% de cal en el líquido residual, así mismo el coeficiente de variación de la concentración de cal no superó al 10%. La segunda evaluación fue determinar la resistencia de las piezas que conforman el aspersor modelo 880.009 al desplazarse en carreteras que se encuentren en malas condiciones, en esta prueba se simuló las condiciones del terreno con base a la fabricación de obstáculos obteniendo alto rendimiento, durabilidad, desempeño, facilidad y seguridad de operación del aspersor.

Palabras clave: Eficiencia de agitador, Pulverización de Mezcla y Ajuste de presión.

INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	vi
Índice de Figuras.....	x
Índice de Cuadros.....	xi
I. INTRODUCCION.	1
1.1. Importancia de la Evaluación de Equipos de Aspersión.....	5
1.2. Los Principales Beneficios que Tiene la Certificación de la Maquinaria y Equipo Agrícola son:	8
1.3. Objetivos e Hipótesis.	10
1.3.1 Objetivo Especifico de Prueba de Funcionamiento del Agitador.....	10
1.3.2 Objetivo Especifico de Prueba de Desplazamiento en Carretera con Obstáculos.	10
1.3.3 Hipótesis.	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	11
2.1. Aspersora Agrícola para Tractor Ligero.....	12
2.2. Principales Componentes de los Pulverizadores “Tipo Ligero”.....	13
2.3. Componentes Estándar del Modelo Ligero.....	18
2.4. Problemas Comunes y Posibles Correcciones.	19
2.5. Componentes de los Pulverizadores “Tipo Ligero”.	21
2.5.1. Chasis del Pulverizador 880.009.	23
2.5.2. Abrazaderas del pulverizador 880.009.	24
2.5.3. Bisagra del pulverizador 880.009.....	24
2.5.4. Primer aguilón del pulverizador 880.009.	25
2.5.5. Segundo Aguilón del Pulverizador 880.009.	25
2.5.6. Tanque Completo del Pulverizador 880.009.....	26
2.5.7. Aguilón Central del Pulverizador 880.009.....	27
2.5.8. Eje cardán del Pulverizador 880.009.....	28
2.5.9. Ensamble de la Bomba UDOR Kappa-43.....	29
2.6. Instrucciones para Bombas de Membrana kappa-43.	30
2.6.1. Instalación y Puesta en Marcha.....	30

2.6.2. Entrada y Salida.....	31
2.6.3. Velocidad y Sentido de Rotación.	32
2.6.4 Lubricación y Nivel de Aceite.....	32
2.6.5 Líquidos Utilizables	32
2.7. Las bombas UDOR no pueden utilizarse bajo las siguientes condiciones.....	33
2.7.1. Condiciones para la Alimentación (Aspiración).....	33
2.7.2 Condiciones de Salida (Envío).....	34
2.7.3 Manómetro	35
2.7.4. Válvula de Regulación de Presión	35
2.7.5 Toberas	35
2.7.6 Amortiguador de Pulsaciones (Acumulador).....	36
2.7.7 Puesta en Marcha de la Bomba.....	36
2.7.8 Bomba Kappa-43 en Reposo.....	37
2.8. Importancia del Mantenimiento de la Bomba Kappa-43.	37
2.8.1 Instrucciones para Cambiar el Aceite de Bomba Kappa-43.....	38
2.8.2. Cantidad de Aceite de Bomba UDOR Serie Kappa-43.....	38
2.9. Instrucciones para Reemplazar las Membranas en Bomba Kappa-43.....	39
2.9.1. Presiones de Inflado del Acumulador y de la Bomba.	42
2.9.2 Pares de Torsión de la Bomba Modelo Kappa-43.....	42
2.9.3 Problemas y Soluciones de Bomba UDOR Kappa-43.....	43
2.10. Ensamble del Pulverizador Ligero Modelo 880.009.	44
2.11. Instrucciones para Calibrar el Pulverizador tipo Ligero.....	49
2.12. Recomendaciones Específicas Para el Pulverizador Tipo Ligero.	54
2.13. Boquillas de Abanico Plano Tipo 8002 (1102.02).	55
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	58
3.1. Materiales y Métodos para Prueba de Funcionamiento del Agitador.	58
3.2. Instalación de la Aspersora.	59
3.3. Condiciones de Operación.	60
3.4. Métodos de Prueba.....	61
3.5. Cálculos y Puntos de Medición.	62
3.6. Procedimiento de Prueba.....	63
3.6.1. Preparación de Mezcla.....	64

3.6.2. Pulverización de la Mezcla.	65
3.6.3. Determinación de la Concentración de la Cal en las Muestras.	66
3.7. Materiales y Métodos para Prueba de Desplazamiento en Carretera con Obstáculos.	67
3.7.1. Condiciones de la Muestra de Prueba.....	67
3.7.2. Condiciones de Operación.....	68
3.7.3. Equipos e Instrumentos de Prueba.....	68
3.7.4. Cálculos y Puntos de Medición.	69
3.7.5. Procedimiento de Prueba.	69
3.8. Verificación de las Especificaciones Técnicas de las Pruebas Realizadas.	70
3.8.1. Eficiencia del Agitador.	71
3.8.2. Requerimientos de Prueba.	72
3.8.3. Características del Fluido de Prueba.	73
3.8.4. Banco de Prueba de Agitación.....	74
3.8.5. Instrumentos de Medición.	74
3.8.6. Inspección Técnica de la Estructura.....	74
3.8.7. Revisión de la Información que Acompaña a la Máquina.	75
3.8.8. Verificación Técnica de la Estructura.	77
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	79
4.1. Puntos de Medición Cálculo y/o Observaciones.	79
4.2. Resultados de Prueba de Funcionamiento del agitador.	80
4.3. Resultados de Prueba II. Desplazamiento en Carretera.....	90
V. CONCLUSIÓN.	95
5.1. Conclusión de Prueba de Eficiencia del Agitador	95
5.2. Conclusión de Prueba de Desplazamiento en Carretera.....	96
VI. LITERATURA CITADA	97
Anexos	100

INDICE DE FIGURAS

Fig. No.	Pág.
2.1. Componentes de Aspensor para Tractor Ligero.	18
2.2. Ensamble de Chasis del Pulverizador.	23
2.3. Ensamble de Abrazaderas del Pulverizador.	24
2.4. Ensamble de Bisagras del Pulverizador.	24
2.5. Ensamble del Primer Aguilón del Pulverizador.	25
2.6. Ensamble del Segundo Aguilón del Pulverizador.	25
2.7. Ensamble del Tanque del Pulverizador.	26
2.8. Ensamble del Aguilón Central del Pulverizador.	27
2.9. Ensamble del Eje Cardán del Pulverizador.	28
2.10. Ensamble de Bomba UDOR Kappa-43.	29
2.11. Reemplazar las Membranas en Bomba Kappa-43.	41
2.12. Boquilla.	56
2.13. Angulo de aplicación.	57
3.1. Instalación del Pulverizador.	60
3.2. Ajuste de presión.	61
3.3. Preparación de la Mezcla.	65
3.4. Trazo de Pista de Prueba.	68
3.5. Obstáculos.	70
3.6. Calibración del Aspensor.	72
3.7. Tractor.	73
3.8. Banco de Prueba.	74
4.1. Banco de Prueba.	79
4.2. Preparación de la Mezcla.	80
4.3. Muestra Obtenidas.	81
4.4. Recolección de Muestras.	83
4.5. Cantidad de Cal Residual del Pulverizador.	85
4.6. Representación de la concentración promedio de cal de las muestras a diferentes intervalos de tiempo.	90
4.7. Diseño del Obstáculo.	91
4.8. Trazo de Pista con Obstáculos.	91

4.9. Trazo de Pista de Prueba.....	92
4.10. Recorrido de la Unidad.....	93
4.11. Defecto en Aguilones Laterales.	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
2.1. Especificaciones de Aspersora.....	12
2.2. Deficiencia de succión.	19
2.3. Insuficiencia de Presión.	20
2.4. Oscilación de la Presión.....	20
2.5. Intermitencia.....	20
2.6. Lista de Piezas de Aspersora.	22
2.7. Cantidad de aceite.	39
2.8. Presiones de inflado del acumulador.	42
2.9. Pares de Torsión en Bomba.....	42
2.10. Problemas y soluciones de la Bomba UDOR Kappa-43.....	43
3.1 Características del Agua.	73
4.1 Tiempo transcurrido al tomar las muestras.....	81
4.2 Registro de la concentración de la cal de las muestra y submuestras.	84
4.3 Registro de la concentración de cal residual de las muestras y summuestras.....	85
4.4 Desviación estándar de las 5 muestras.....	86
4.5 Promedio de la concentración de cal en las muestras.	89
4.6 Registro de los Recorridos.	93

I. INTRODUCCIÓN.

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social. Asimismo, se ha convertido en una causa significativa del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. (Azimi; et al., 1985).

La agricultura sigue siendo la principal fuente de empleo rural: tres de cada cuatro habitantes rurales trabaja en el campo, siendo la mitad de ellos mujeres. Sin embargo, recientes indicadores económicos muestran un progresivo estancamiento del sector: (bi; et al., 1990).

La aplicación de plaguicidas es una de las actividades agrícolas que representan un gran porcentaje de los costos de producción y potencialmente puede ser muy dañina para el medio ambiente, por lo que realizar esta actividad en forma racional y eficiente es una prioridad para la agricultura.

Uno de los actores que más podrían influir para lograr este objetivo es el conocimiento y uso adecuado de los métodos y equipos que se usan en esta actividad. Las técnicas de “aplicación de plaguicidas y equipo” son técnicas de especialización para los estudiantes de Ingeniero Mecánico Agrícola que relacionan varias disciplinas con el objetivo de integrar un conjunto de conocimientos básicos que capacitará al productor para elegir el mejor método y equipo de aplicación de plaguicidas en situaciones específicas.

Una de las áreas que sin duda representan gran importancia en la agricultura es el control de plagas que atacan a los cultivos evitando su óptimo desarrollo y provocando grandes pérdidas a los productores. Con el desarrollo de estos equipos tales como los pulverizadores se ha hecho más eficiente el combate de las plagas y malezas.

La trascendencia del sector de la maquinaria agrícola en México reside en la importancia estratégica de la modernización del campo, un área que presenta grandes desigualdades por las condiciones propias de los terrenos de cultivo y la dificultad de los pequeños campesinos para la adquisición de equipos.

En el mercado nacional se comercializan aproximadamente 275 modelos entre tractores e implementos agrícolas; cifra que se puede incrementar con las importaciones derivadas de los tratados de libre comercio. Sin embargo, la normatividad en los planes o programas de operación, ha propiciado que los equipos que se comercializan en México sean de calidad muy heterogénea. Lo anterior con frecuencia ocasiona que:

- Los productores agrícolas utilicen maquinaria y equipo que potencialmente pueden no estar en la condición óptima de trabajo;
- La industria nacional de maquinaria agrícola se enfrente al mercado en condiciones desventajosas, por la competencia que representa la comercialización de equipos de bajo costo que con frecuencia no cumplen con los requisitos mínimos de calidad de su operación;
- La banca y aseguradoras ante la desconfianza de recuperar sus créditos, han disminuido el financiamiento y aseguramiento de la maquinaria y equipos agrícolas. Esto ha traído como consecuencia el lento desarrollo de la mecanización agrícola en México.

Cabe destacarse que la producción local de maquinaria competitiva es escasa, (Zavala Moreno Raúl¹, Aguilera Cortés L. Antonio¹,. 2000), a pesar de la implantación de grandes ensambladoras en el país.

La maquinaria en general sufre defectos técnicos y operativos, debiendo indicarse que en algunos cultivos no se utilizan las técnicas de aplicación, ni los equipos acordes a los mismos. Dada la complejidad del tema, no se conoce la cantidad de dinero que se pierde debido a una mala aplicación (Ortiz-Cañavate J. Y Hernández J. L. 1989).

La aplicación incorrecta y la falta de uniformidad en la distribución, provoca efectos perjudiciales derivados de la sub y sobre dosificación del producto. Siendo el equipo pulverizador responsable en parte de los efectos contaminantes de las aplicaciones, se hace necesario minimizar la pérdida de producto por deposición en el suelo y deriva. También los elementos del pulverizador (boquillas, barras, etc.) deben ajustarse a las condiciones del cultivo (Bogliani et al., 1993).

Un estudio realizado por Monrro (FAO 2000), menciona que se desperdician alrededor de un 50 por ciento de los plaguicidas aplicados debido a la mala selección de equipo de pulverización, así como a la aplicación inadecuada, provocando desperdicio y contaminación del medio ambiente.

En el sistema de agitación, una aplicación eficiente no solo debe considerar una tasa adecuada en l/ha distribuida correctamente, sino que además el caldo debe tener una concentración constante, cualquiera sean las condiciones operativas (Bowen, J.E. 1990).

Algunos autores (Massaro, R., 2006) mencionan que para obtener una agitación adecuada, el volumen por minuto de líquido derivado para esta función debe ser de al menos 5% de la capacidad del tanque. Es decir en una pulverizadora con un tanque de 2000 litros se debería contar con 100 l/min sólo para la agitación.

1.1 Importancia de la Evaluación de Equipos de Aspersión.

Para impulsar la mecanización agrícola en el país se requiere que la maquinaria y equipo agrícola que se comercializa en el mercado esté regulado por determinadas normas de calidad que aseguren su desempeño, funcionamiento y durabilidad. Estas normas de regulación contemplan todo un proceso que inicia con la aplicación a los equipos de las pruebas y evaluaciones correspondientes y que, para ser completo y exitoso, debe concluir con la certificación de los mismos.

En México, se considera como tareas prioritarias de políticas agropecuarias, la modernización de la explotación agrícola y el mejoramiento del estatus social y económico de los habitantes de zonas rurales, a través del aumento de la productividad por el fomento de la mecanización de las labores agrícolas, es necesario establecer un sistema de pruebas y evaluación de la maquinaria agrícola, para asegurar la calidad, la durabilidad y la funcionalidad de estas máquinas que se usan en el campo, así como, la seguridad de las mismas.

Para promover la solución de estos factores (Arturo Lara López., 2000), es necesario establecer un sistema de pruebas y de evaluación de equipos agrícolas, para asegurar la calidad y la funcionalidad del mismo en campo.

El Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola, CENEMA, se originó como un proyecto de cooperación internacional entre los gobiernos de México y de Japón. Inició actividades el 1° de marzo de 1999, con el objetivo principal de promover y extender el uso de maquinaria agrícola apropiada, de calidad y segura para el pequeño y mediano agricultor.

El proyecto contempla la elaboración y aplicación de normas, que es coordinado por el Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) organismo que se encuentra dentro del INIFAP, y en el

mismo también participan otras Universidades, Asociaciones de productores y Fabricantes relacionados con el área de mecanización agrícola.

Una de las normas elaboradas y propuestas a ser aplicadas a partir del 2003, es la “NORMA MEXICANA PARA ASPERSORAS TIPO AGUILON DE TRACCIÓN MECÁNICA, ACCIONADA POR LA TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR” (Proy. MNX-O-179-SCS1-2001). El protocolo de esta norma es valido tanto en laboratorio como en el campo con el fin de determinar la operatividad de la misma y verificar que al aplicar la norma se tenga elementos para calificar el desempeño y calidad de las aspersoras.

La norma mexicana NMX-O-179-SCFI-2002 (TRACTORES IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA AGRÍCOLA TIPO AGUILÓN DE TRACCIÓN MECÁNICA, ACCIONADA POR LA TOMA DE POTENCIA DEL TRACTOR), se encuentra vigente en el Diario Oficial de la Federación. Esta norma establece las especificaciones mínimas de calidad, métodos de prueba para evaluar el funcionamiento, facilidad y seguridad de operación, así como, durabilidad de las aspersoras de tracción mecánica accionadas por la toma de potencia del tractor que se comercializan en la República Mexicana (Secretaría de Economía 2002).

La UAAAN a través del Departamento De maquinaria Agrícola participa en el proyecto de evaluación de equipo agrícola coordinado por el CENEMA; entre otras determinaciones realiza la validación de algunos aspectos de las Normas Mexicanas como es la NMX-O-179-SCFI-2002 para aspersoras (Aguilar Romo M., 2002); misma que incluye el método y técnicas de prueba donde se establecen las condiciones, materiales, equipos y metodología de pruebas y evaluación de las mismas como lo menciona. Para el caso específico de evaluación de aspersoras, se menciona en su manual de pruebas la importancia de cuantificar la influencia que tiene los factores como: presión, tipo de boquillas, tamaño de gota y altura, así como la calidad y eficiencia de aplicación de productos químicos (Torres; et al., 2002).

El objetivo principal de la certificación de la maquinaria y equipo agrícola es dar a los productores la certeza de que los equipos que están adquiriendo cumplen con las Normas Mexicanas establecidas (NMX), lo cual significa que las especificaciones técnicas de comportamiento del equipo que marca el fabricante efectivamente se cumplen.

1.2 Los Principales Beneficios que Tiene la Certificación de la Maquinaria y Equipo Agrícola son:

- Para los productores agrícolas, asegurar su inversión al adquirir maquinaria e implementos de calidad certificada en relación a

estándares de calidad acordes a las condiciones agroecológicas del país, así mismo, disponer de referencias de calidad que apoyen su toma de decisiones para la compra de maquinaria y equipo agrícola; reducir costos de producción, incrementar productividad y rentabilidad (M. Bogliani, G. Masiá, J. Smith, 2000).

- Para los fabricantes, lograr el reconocimiento de la calidad de sus productos y con ello acceder de manera más competitiva al mercado nacional e internacional de la maquinaria agrícola y participar en los programas de apoyo del gobierno federal para la mecanización del campo.
- Para el país, contar con un Sistema Nacional de Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola que permita ordenar el mercado de la maquinaria agrícola y coadyuvar al uso eficiente de los apoyos públicos destinados a la mecanización del campo. (Hoyos F.G., Sánchez V.F., Jiménez R.R, Aragón R, A., Ocho B.J., Torres S.J., 2001).

1.3 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

1.3.1 Objetivo Especifico de Prueba de Funcionamiento del Agitador.

El objetivo de esta prueba es evaluar la eficiencia del agitador en la aspersora SWISSMEX modelo 800.009 al realizar mezclas y mantenerlas uniformes a través del tiempo de aplicación por las boquillas, desde que el tanque se encuentra lleno hasta que se vacía.

1.3.2 Objetivo Especifico de Prueba de Desplazamiento en Carretera con Obstáculos.

Esta prueba tiene como propósito estimar el grado de estabilidad y resistencia de cada parte de la aspersora SWISSMEX modelo 800.009 al desplazarse en caminos de terracería o en carreteras en malas condiciones.

1.3.3 Hipótesis.

La aspersora SWISSMEX modelo 800.009, cumple con las especificaciones de la norma NMX-O-179-SCFI-2002 que establece las especificaciones mínimas de calidad y el método de prueba para evaluar el funcionamiento del agitador y prueba de desplazamiento en carretera de la misma.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Los pulverizadores para tractor “TIPO LIGERO”, han sido diseñados para diversas aplicaciones. Todos los equipos “TIPO LIGERO” cuentan con tres puntos de filtración; condición indispensable para evitar el taponamiento de las puntas; además los equipos de aguilón llevan integrado un sistema antigoteo en cada punta, para evitar el goteo continuo, cuando deja de accionar el sistema. Los equipos “TIPO LIGERO”, llevan instalada una bomba modelo Kappa-43; muy apropiada a sus necesidades.

Por otra parte, su regulador permite controlar la aplicación de sus diferentes secciones de acuerdo a sus requerimientos. Lleva integrado un manómetro para el control de la presión y su manejo está al alcance del operador desde el puesto de mando del tractor.

Los equipos de tractor “TIPO LIGERO”, son propios para aplicaciones de herbicidas, fungicidas, insecticidas, mejoradores de suelo, etc., en diversos cultivos.

2.1 Aspersora Agrícola para Tractor Ligero.

Cuadro 2.1 Especificaciones de Aspersora.

Especificaciones.	
Acople al tractor	De 3 puntos categoría II
Chasis	De hierro estructural, protegido con pintura epóxica horneada.
Tanque	400L=106 US gal. (600=158US gal.); fabricado en polietileno de alta densidad con inhibidor de rayos ultravioleta. Coladera en la boca de llenado del tanque y tapa roscada. Aforo con marcas en y en US gal. Succión por medio de manguera en la parte superior, la cual cuenta con un protector de hule que evita que el químico salpique.
Agitador	Hidráulico, tipo venturí con injerto de cerámica.
Filtro	De admisión en la manguera de succión tipo pepino, sumergible con contrapeso.
Aguilón	8m=26.2 ft de abatimiento horizontal; con ajuste de altura en 4 posiciones; de hierro estructural con pintura epóxica.
Boquillas	16 piezas de abanico plano tipo 8002 (1102.02 amarilla) con 50 cm de separación.
Porta boquillas	En plástico de alta ingeniería, con antigoteo (de diafragma) integrado, con filtro de 50 mallas y tuerca de ataque rápido (bayoneta).
Bomba	UDOR Kappa-43 de 3 diafragmas montada fija en el chasis con eje cardán a la toma de fuerza; caudal de 39.1= US gal/min a una presión máxima de 40 bar (580 psi).
Regulador	ZX-3 regulable de 0 a 24 bar (0 a 348 psi) con manómetro con glicerina, palanca para descargar total (roja) y 3 llaves de paso de acción rápida para cada una de las secciones de los aguilonos.
Peso	141 Kg= 311 lbs.

2.2 Principales Componentes de los Pulverizadores “Tipo Ligero”.

Los componentes que conforman una aspersora estándar considerada para tractor ligero, son como se puede describir a continuación.

- **Tanque.**

El tanque del pulverizador se fabrica en versión de 400 y 600 litros; el tanque está aforado en litros y galones. Además todos los tanques están protegidos con inhibidores de rayos ultravioleta.

- **Filtros.**

Filtro Canasta:

Localizado en la entrada de la manguera de succión. Este filtro retiene impurezas mayores que puede contener el agua usada para preparar la solución. El material es de polietileno y malla 12.

Filtro de Línea:

Está localizado en la parte inferior del tanque. Además también filtra al pasar la solución del tanque a la bomba y al resto del sistema. Es posible lavar este filtro, aún estando lleno el tanque; si esto fuera necesario. La malla del filtro de línea es de inoxidable y corresponde a malla 50.

Filtro Boca del Tanque:

Colador localizado en la entrada del tanque, que le permite filtrar el agua en caso de que eventualmente llene el tanque por la boca. La malla de la coladera es de nylon y corresponde a malla 50.

Filtro en Punta:

En cada boquilla, se instala un filtro para evitar el taponamiento de las puntas. El filtro es de inoxidable y malla 50.

Membranas Antigoteo:

Todas las T's y las L's llevan una membrana antigoteo que retienen el líquido cuando la presión disminuye de 0.7 bar ó (10 psi).

- **Toma Antitorbellino.**

Este accesorio, está localizado en la parte interior del tanque y tiene como finalidad que al bombear se aproveche totalmente la solución preparada. Además evita que se forme remolino en el seno del líquido, evitando que el sistema succione aire.

- **Bomba.**

Este equipo está constituido por una bomba Kappa 43. La bomba se localiza al frente y por debajo del tanque.

- La presión máxima de la bomba es de 40 bar (580 psi).

- La rotación de la bomba siempre deberá de ser de 540 rpm. Operar con bajas rpm, puede dañar las membranas, y la rotación arriba de 600 rpm reduce la vida útil de la bomba.

Mantenimiento de la Bomba Requerido.

- Verifique diariamente el nivel del aceite de la bomba.
- Complete el nivel, en caso de ser necesario; se requiere aceite grado SAE 30.
- El primer cambio de aceite se requiere a las 50 horas y los cambios posteriores deberán de ser cada 500 horas.
- Lave el interior de la bomba y sistema; enjuagando su equipo con agua limpia después de cada jornada.

▪ Regulador.

Este se localiza en la parte alta del brazo porta-regulador y al alcance del operador desde el puesto de mando del tractor. Permite controlar la presión del sistema y la salida del producto a las diferentes secciones de los aguilones.

- La presión máxima del regulador es de 40 bar (580 psi).

Mantenimiento del Regulador Requerido.

Desmóntelo y límpielo después de cada periodo de aplicación. En caso de usar polvos humectables, haga la limpieza con mayor frecuencia. Si hay desgaste en la válvula, sustituya las piezas que sean necesarias.

- **Agitador Hidráulico.**

Se localiza a un lado de la bomba; en la pared del tanque. Este agitador le permite mantener homogénea la solución ya sea al preparar la mezcla o durante toda la aplicación; sobre todo cuando aplica polvos humectables. Si usted requiere aplicar soluciones en cal (Caldo bordelés) deberá usar un agitador con mayor diámetro y bomba de mayor caudal (consulte a su distribuidor). El tiempo de mezclado de los agroquímicos en presentación de líquido emulsionable es de 3 min. Por lo menos, antes de iniciar la aplicación. En el caso de polvos humectables, agite de manera permanente.

- **Aguilones.**

Estos tienen como finalidad, sostener las mangueras de distribución y las boquillas, son plegables para facilitar el transporte de su equipo.

- **Mangueras.**

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son cilíndricas. Para la unión de mangueras se utilizan distintos tipos de racores. Un racor es la pieza metálica o de otro material que empalma los distintos tramos de mangueras.

- La presión máxima en las mangueras es de 40 bar (580 psi) SWISSMEX.

- **Boquillas.**

Las boquillas tienen la función de generar gotas y distribuirlas uniformemente en el área a tratar, sus características con referencia a caudal, ángulo de abertura y tamaño de la gota, van asociadas a la presión de trabajo. En boquillas de abanico plano, plástico o cerámica.

Se sugiere trabajarlas a 4 bar (58 psi) máximo. Las boquillas de cerámica en cono hueco se pueden trabajar hasta 20 bar (290 psi) máximo. Trabajar con presiones superiores a las señaladas, reduce la vida útil de las boquillas. Las boquillas van instaladas y sujetas con tuerca de acople rápido, en plástico.

- **Eje cardán.**

Articulación que permite transmitir la rotación de la toma de fuerza del tractor a la bomba. Al acoplar el eje cardán a la toma de fuerza se deberá ajustar el largo; cortando las barras y la protección proporcionalmente. Lime y limpie todas las rebabas y lubrique las barras del eje cardán.

Las partes que requieren lubricación son: crucetas, por lo menos cada semana y al término de la temporada. Se recomienda poner una capa de

grasa en el estriado de los Yugos hembra, al inicio y al final de la temporada.

Para más detalles, consulte el manual del eje cardán.

- **Hidrollenador.**

Este accesorio, tiene como finalidad abastecer al tanque de una manera más rápida y se requiere para su funcionamiento, que haya dentro del tanque al menos unos 25 ó 30 litros de agua.

También funciona como agitador, cuando se está trabajando con el aguilón.

2.3 Componentes Estándar del Modelo Ligero.

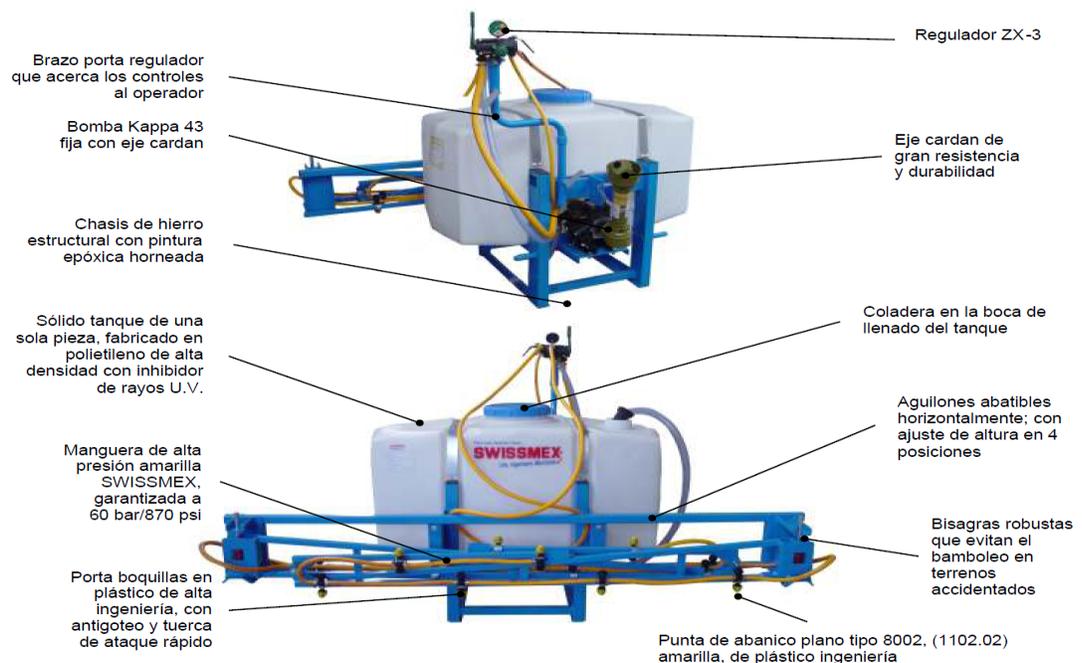


Fig. 2.1. Componentes de Aspersor para Tractor Ligero.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.
<http://www.swissmex.com.mx/>)

2.4 Problemas Comunes y Posibles Correcciones.

Los problemas más comunes que se presentan en las pulverizadoras marca SWISSMEX se plantean en los siguientes cuadros, en ellos se describen las principales causas así como su posible corrección.

Cuadro 2.2 Deficiencia de succión.

Probables causas	Indicaciones y correcciones
1.- Rotación lenta de la toma de fuerza.	El tractor deberá acelerarse hasta lograr las 540 rpm en TDF; generalmente se logra con 1800 rpm en el tacómetro. Verifique si la bomba está siendo accionada.
2.- Falta de agua en el tanque.	Verifique que haya agua en el tanque.
3.- Filtro sucio.	El filtro sucio impide el flujo libre del líquido.
4.- Obstrucción en las mangueras de admisión.	Limpie el filtro a cada llenado o con mayor frecuencia, según la calidad del agua. Verifique que las mangueras no estén obstruidas.
5.- Entrada de aire.	Verifique que sellen perfectamente los arosellos del hidrollenador y estén firmemente apretadas las abrazaderas de las mangueras.
6.- La bomba no succiona.	Desconecte la succión de la bomba, haga funcionar la bomba algunos segundos y verifique con la palma de la mano si hay succión.

Cuadro 2.3 Insuficiencia de Presión.

Probables causas	Indicaciones y correcciones
1.- Rotación lenta en la toma de fuerza.	La rotación de la toma de fuerza debe ser 540 rpm.
2.- Manguera de succión parcialmente obstruida.	La bomba no alimentada correctamente causará falta de presión.
3.- Entrada de aire.	Verifique el apriete de las mangueras a la bomba.
4.- Regulador de presión.	Verifique el funcionamiento del regulador.
5.- Exceso de Caudal.	Verifique si el caudal de las boquillas está dentro de los límites recomendados. Sustituya las boquillas que tengan un 15% más gasto. Utilice solo las boquillas recomendadas por el fabricante.
6.- Capacidad de caudal.	Haga funcionar su equipo a 540 rpm y recolecte el agua durante un minuto Kappa 43 - 43 L/min.

Cuadro 2.4 Oscilación de la Presión.

Probables causas	Indicaciones y correcciones
1.- Entrada de aire en las mangueras de succión.	Puede ser que la manguera esté picada. Sustitúyala.
2.- Regulador de presión.	Verifique el correcto funcionamiento del regulador.

Cuadro 2.5 Intermitencia.

Probables causas	Indicaciones y correcciones
1.- Ruptura de la membrana de la cámara supresora de pulsaciones.	Verifique que la membrana de la cámara supresora de pulsaciones no esté rota.
2.- Falta de presión en la cámara supresora.	Asegúrese que la cámara supresora de pulsaciones esté presurizada a 4 bar ó (58 psi).

2.5 Componentes de los Pulverizadores “Tipo Ligero”.

El siguiente capítulo muestra el listado de piezas así como imágenes de cómo está conformado el pulverizador tipo ligero, el cual ayuda de una manera práctica y sencilla sobre el ensamble de las piezas que conforman este tipo de equipo pulverizador, se detalla completamente la descripción de cada pieza donde y como está situado cada elemento para así facilitar el mantenimiento por parte del técnico o del agricultor.

Están fabricados de acuerdo a las necesidades propias del agricultor, destacando sus cualidades de consistencia y robustez, característica requerida para obtener el mejor rendimiento y durabilidad en su equipo. Para el armado, mantenimiento y solicitud de partes, el fabricante emite un manual con los croquis y dibujos de las partes de la misma. Así mismo, se presentan en dicho manual algunos métodos de calibración del equipo.

También se exponen algunas de las fallas más comunes, sus causas, las posibles correcciones; lo que permitirá dar el mantenimiento necesario a su equipo. Finalmente, hemos incluido algunas tablas de caudales y volúmenes de aplicación de diversas puntas, muy útiles para darle a su equipo una variedad de aplicaciones.

Cuadro 2.6 Lista de Piezas de Aspersora.

LISTA DE PIEZAS DE REFACCION PULVERIZADOR 880.009			
Pos.	Descripción.	Pos.	Descripción.
1	Chasis económico 400 ancho azul.	36	Aguilón 1a. sección.
2	Manivela plástica con tornillo.	37	Aguilón 2a. sección.
3	Tornillo 3/8 X 1 1/4".	38	Tornillo 3/8 X 1 1/2".
4	Rondana plana 3/8".	39a	Filtro sin antigoteo.
5	Rondana presión 3/8".	39b	Empaque portaboquilla.
6	Tuerca 3/8".	39c	Punta plástico amarilla.
7	Poste de controles.	39d	Portaboquilla p/8002.
8	Tornillo 5/16 X 1".	39G	Cuerpo "T" 1/2".
9	Rondana plana 5/16".	39G1	Sujetador para tubo 1".
10	Rondana presión 5/16".	39G2	Boquilla "T" plástico.
11	Tuerca 5/16".	40G	Cuerpo "L" 1/2".
12	Unidad de control ZX3.	40G1	Boquilla "L" plástico.
13	Eje para poste de controles.	41	Manguera para aguilón.
14	Tornillo 5/16 X 1 1/4".	42	Manguera corta para aguilonos.
15	Tornillo c/coche 5/15X1".	43	Manguera 1/2".
16	Bomba Kappa - 43.	44	Abrazadera SX 9-18.
17	Toma de fuerza.	45	Manguera 3/8".
18	Tanque diamante 400 L	46	Abrazadera SX 9-10-16.
19G	Tapón de desagüe.	47	Abrazadera SX 16/25.
20G	Agitador 1.5.	48	Manguera tramada 3/4".
21	Niple para agitador E.T.	49	Manguera 3/4" amarilla.
22	Arosello para niple ret.	50	Manguera filtro-bomba.
23	Contratuerca para niple retorno.	51	Abrazadera 25/40.
24	Coladera.	52	Manguera tanque-filtro arag.
25	Tapadera completa.	53G	Filtro de línea.
26G	Abrazadera p/tanque 400 litros.	54	Tornillo hex. M8X20.
27	Tornillo de fijación.	55	Resorte bisagra.
28	Placa de extensión.	56	Manguera para aguilón.
29	Tornillo 3/8 X 1".	57	Filtro canasta con contrapeso.
31	Perno giratorio.	58	Antivortex 1" 1/4".
32	Perno para eje bisagra.	59	Tapón 2"x2".
33	Rondana p/centro	60	Tapón 4"x2" ranurado.
34		61	Tapón plástico PTR 4"x2".
35		62	Perno 3er. punto
		63	Seguro "R" 1/8"
		64	Buje separador V8

giratorio. Centro giratorio. Aguilón central.		
---	--	--

Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>.

2.5.1 Chasis del Pulverizador 880.009.

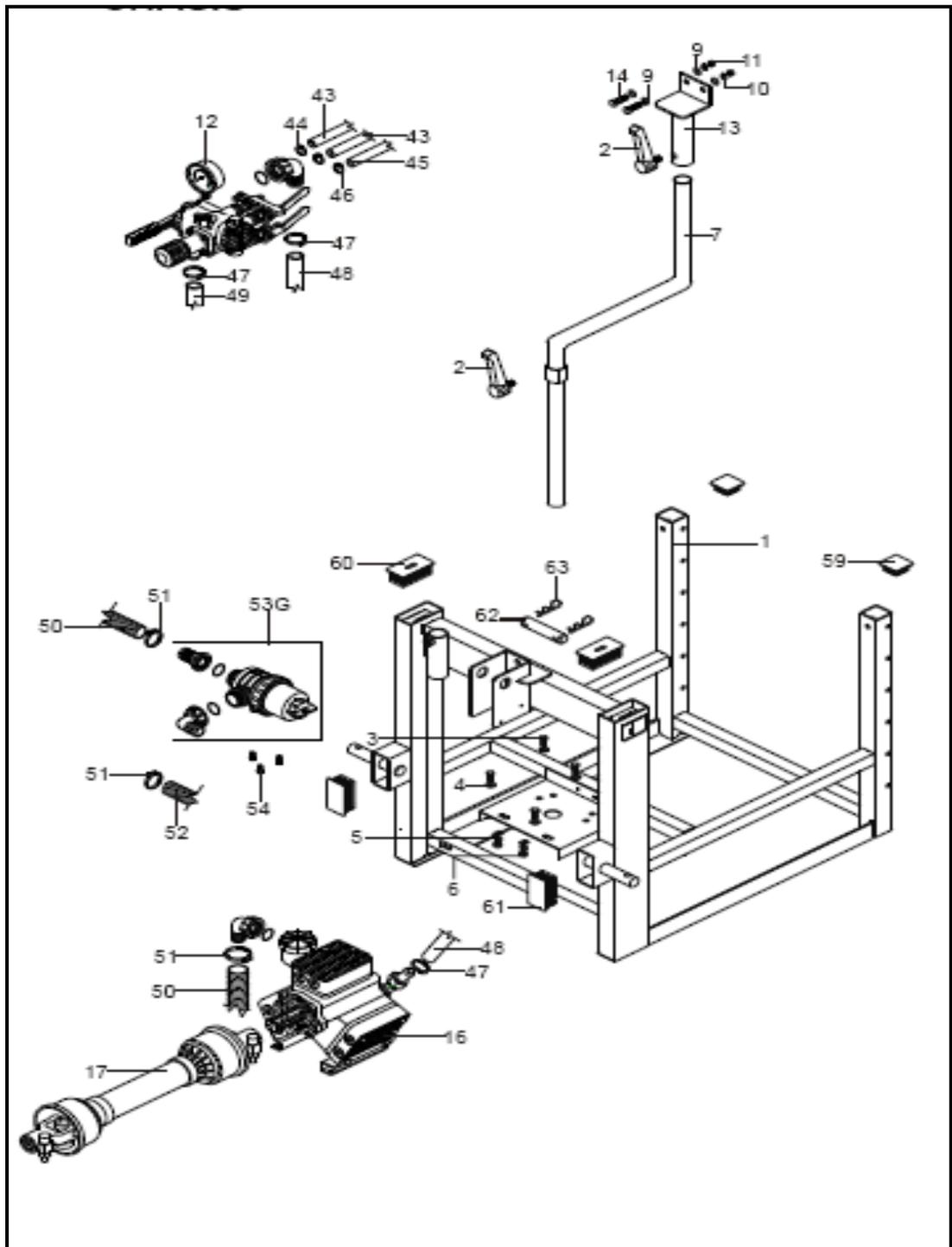


Fig. 2.2. Ensamble de Chasis del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.
<http://www.swissmex.com.mx/>).

2.5.2 Abrazaderas del pulverizador 880.009.

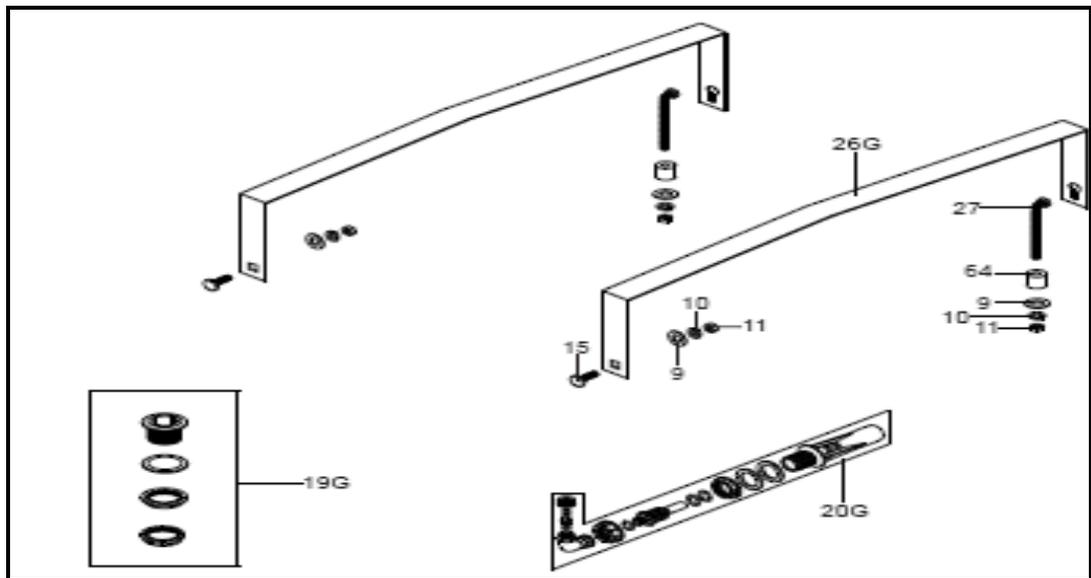


Fig. 2.3. Ensamble de Abrazaderas del Pulverizador.

2.5.3 Bisagra del pulverizador 880.009.

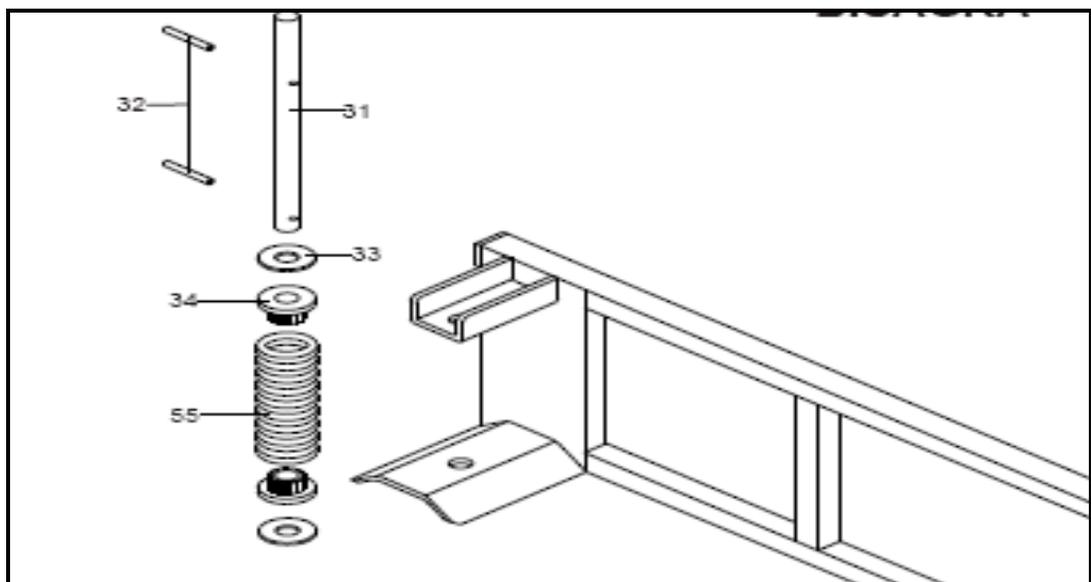


Fig. 2.4. Ensamble de Bisagras del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

2.5.4 Primer aguilón del pulverizador 880.009.

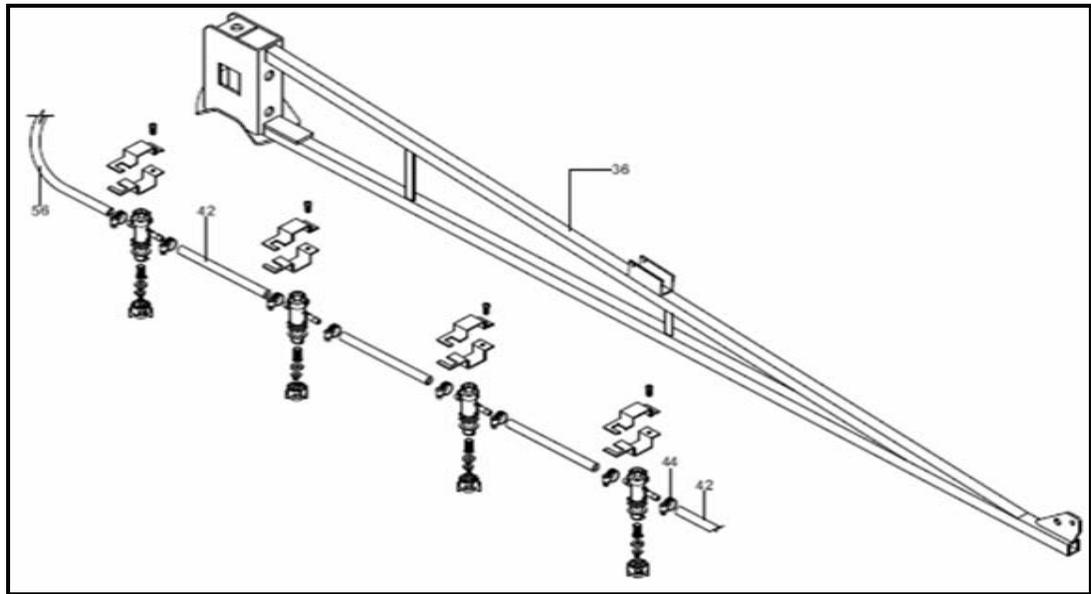


Fig. 2.5. Ensamble del Primer Aguilón del Pulverizador.

2.5.5 Segundo Aguilón del Pulverizador 880.009.

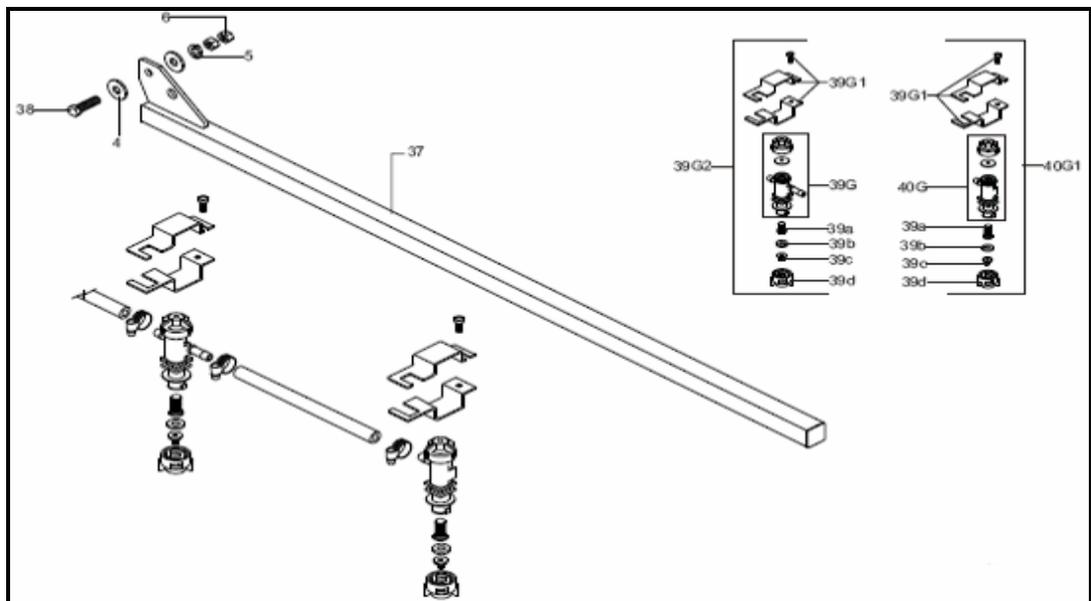


Fig. 2.6. Ensamble del Segundo Aguilón del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.
<http://www.swissmex.com.mx/>).

2.5.6 Tanque Completo del Pulverizador 880.009.

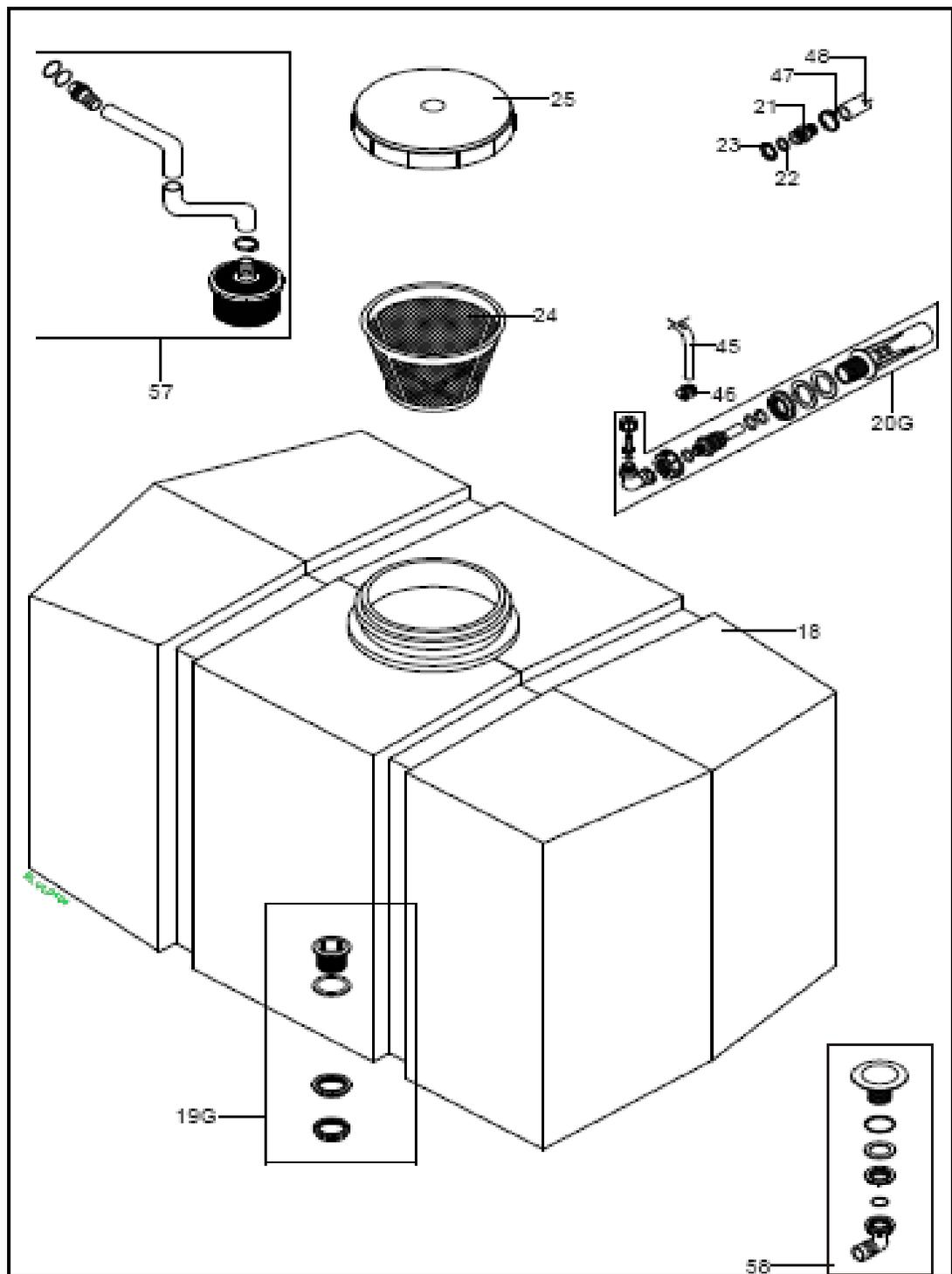


Fig. 2.7. Ensamble del Tanque del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

2.5.7 Aguilón Central del Pulverizador 880.009.

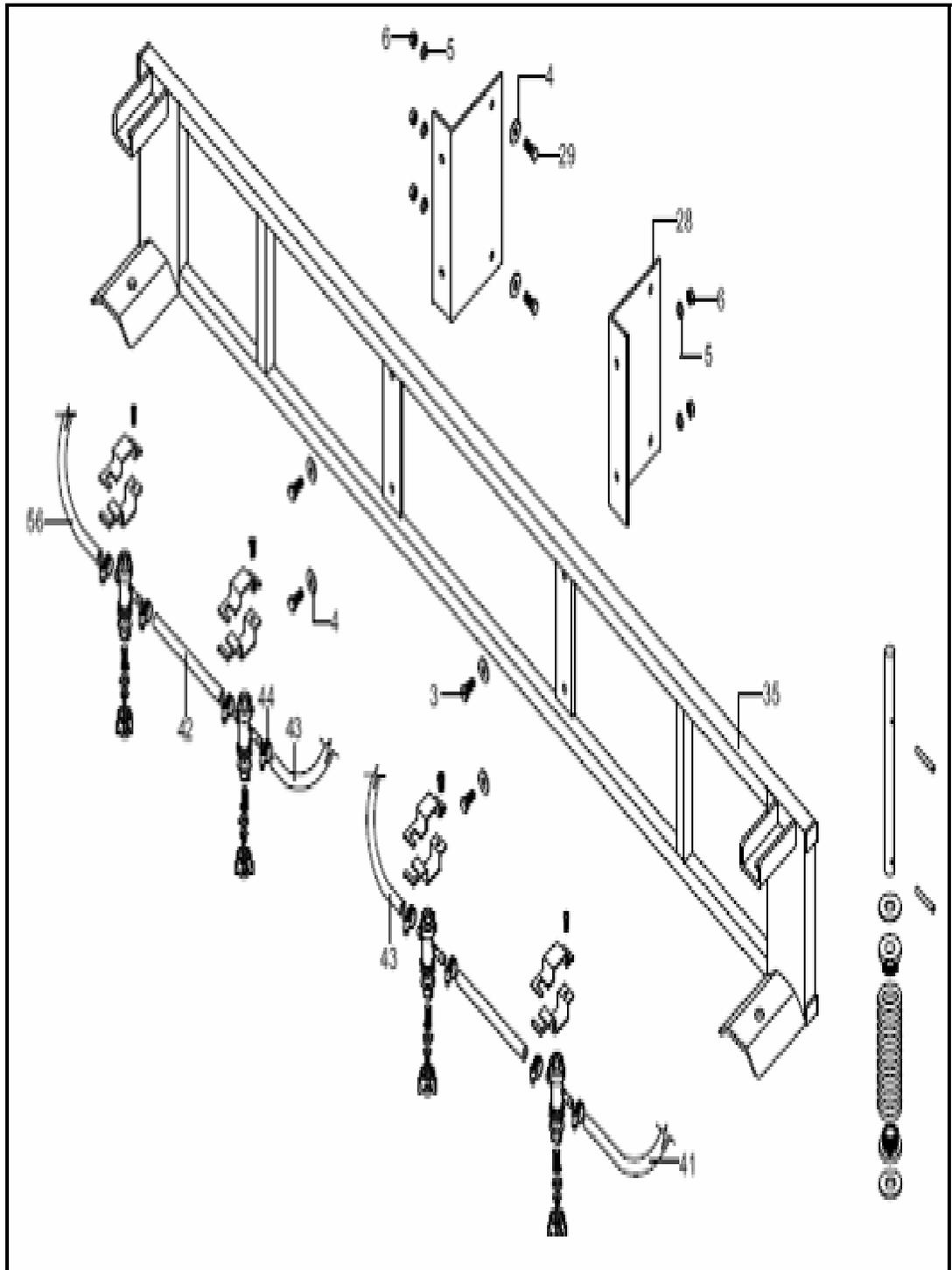
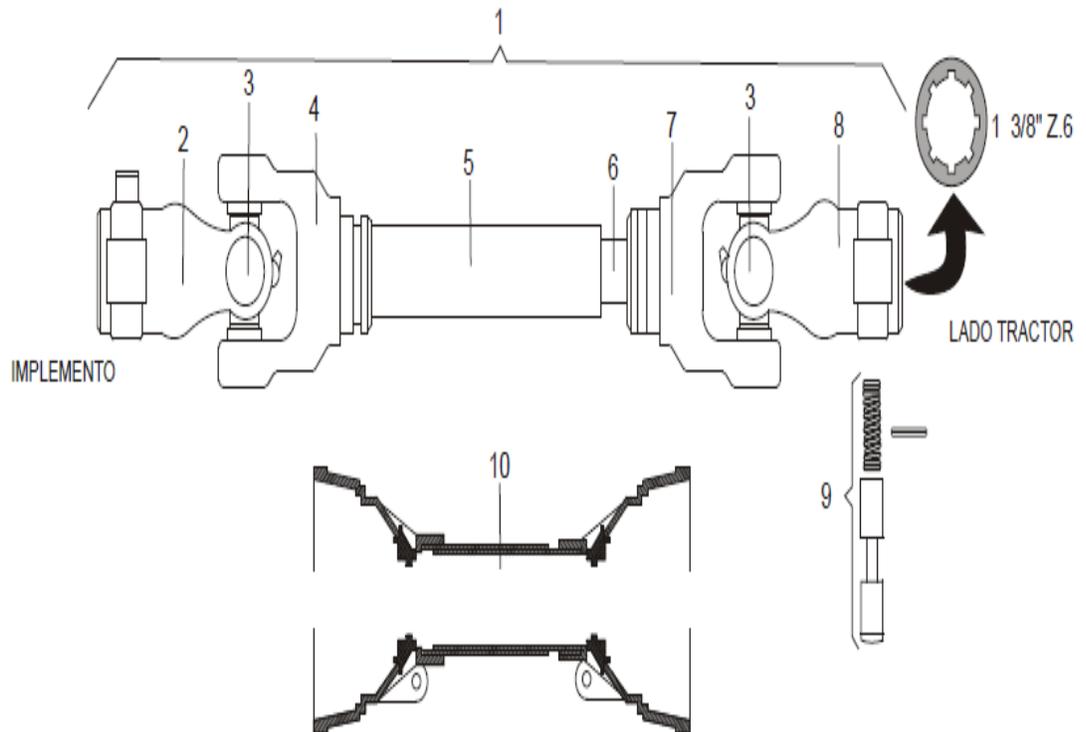


Fig. 2.8. Ensamble del Aguilón Central del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.
<http://www.swissmex.com.mx/>

2.5.8 Eje cardan del Pulverizador 880.009.



Parte	Descripción	Parte	Descripción
1.-	Toma completa	6.-	Tubo macho
2.-	Yugo (lado del implemento)	7.-	Yugo interior
3.-	Cruceta	8.-	Yugo (lado del tractor)
4.-	Yugo interior p/tubo hembra	9.-	Seguro
5.-	Tubo hembra	10.-	Protector

Fig. 2.9. Ensamble del Eje Cardan del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

2.5.9 Ensamble de la Bomba UDOR Kappa-43.

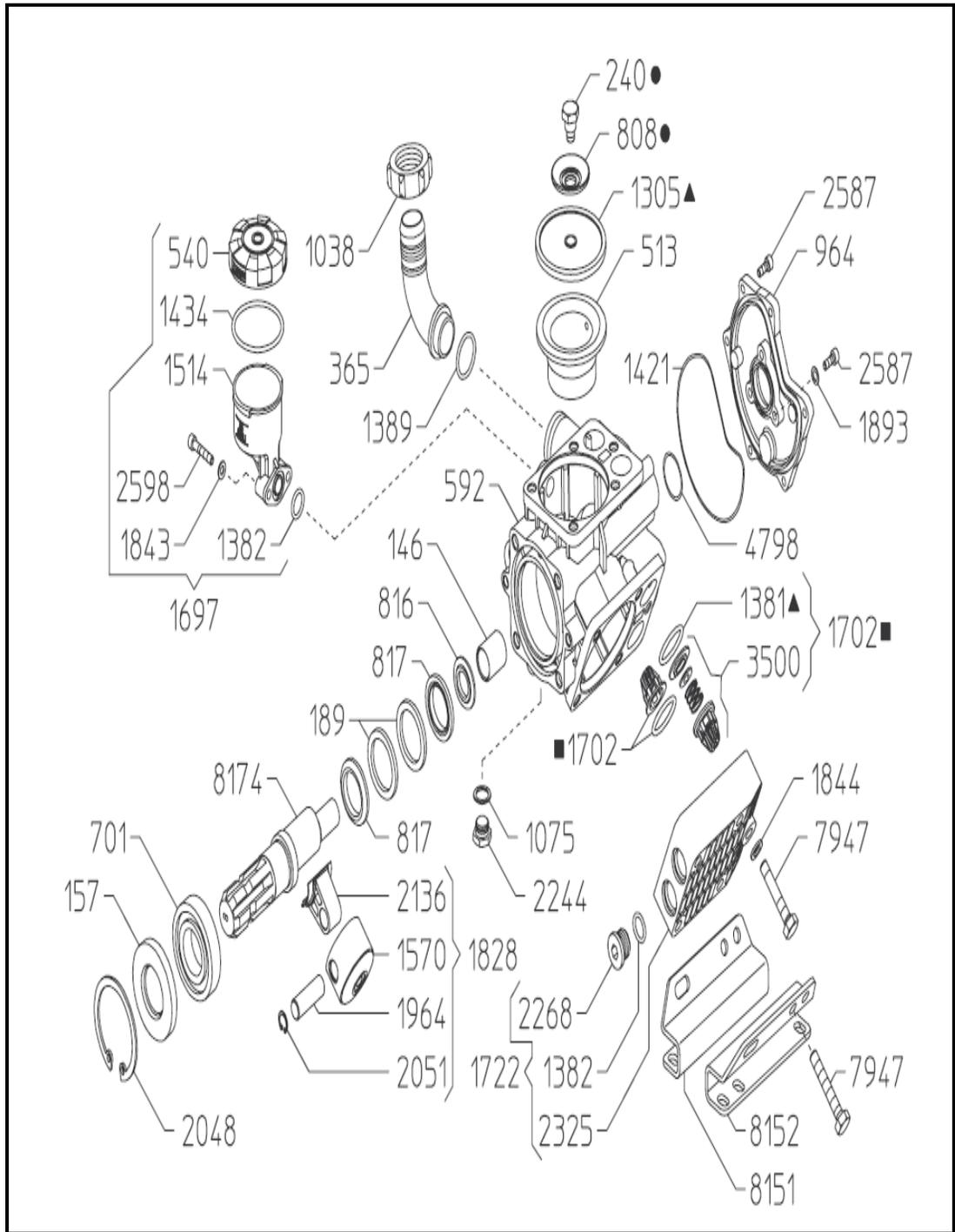


Fig. 2.10. Ensamble de Bomba del Pulverizador.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.

<http://www.swissmex.com.mx/>.

2.6 Instrucciones para Bombas de Membrana kappa-43.

Las bombas UDOR son bombas de membrana con sistema cinemática de pistones radiales, diseñadas y construidas para bombear o transferir agua o líquidos antiparasitarios y desmalezadores en solución acuosa, los que deben ser utilizados según las prescripciones de los mismos productores.

Todas las bombas se proveen de número de serie, con membranas de goma especial. Generalmente, las bombas se accionan desde la toma de fuerza del tractor, motores eléctricos, motores endotérmicos a gasolina o diesel o motores hidráulicos, los acoplamientos pueden realizarse mediante: transmisión cardanica, acople directo, reductor o multiplicador, acoples flexibles, poleas. Los datos que se encuentran en la placa de la Bomba, indican los valores máximos de uso de la misma.

2.6.1 Instalación y Puesta en Marcha.

Posicionamiento.

Es aconsejable proteger la bomba si la misma es utilizada en ambientes especialmente sucios o húmedos. No almacenar ni utilizar la bomba en ambientes muy calurosos o carentes de ventilación apropiada.

Se aconseja instalar la bomba bajo el nivel de presión o al mismo nivel del depósito de alimentación a fin de obtener una mayor durabilidad de los componentes susceptibles de sufrir desgaste, tales como válvulas y

membranas. De todas maneras, las Bombas de Membrana UDOR son autocebantes, es decir, pueden instalarse sobre la fuente de alimentación; en este caso el máximo desnivel permitido es de 2m (6.5ft).

Montaje.

La Bomba debe ser montada sobre una superficie rígida y horizontal (toma de fuerza y de pies horizontales) para permitir un drenaje adecuado, en el caso de pérdidas de agua o de aceite. La Bomba debe ser fijada firmemente sobre una base adecuada y debe estar perfectamente alineada con los órganos de transmisión. Utilizar tubos flexibles de dimensiones adecuadas tanto para la entrada como para la salida de la Bomba.

2.6.2 Entrada y Salida.

La boca de entrada del líquido para bombear, también llamada aspiración o alimentación, generalmente tiene un diámetro mayor que la boca de salida. La boca de salida del líquido bombeado, también llamado Envío, generalmente tiene un diámetro inferior a la boca de Entrada.

2.6.3 Velocidad y Sentido de Rotación.

La velocidad de rotación del árbol de la bomba, nunca debe superar el valor de las revoluciones por minuto (rpm) indicadas en la placa de la misma. El árbol de las Bombas UDOR puede girar tanto en sentido horario como en sentido antihorario.

2.6.4 Lubricación y Nivel de Aceite.

El estado de lubricación y el nivel de aceite de la Bomba, deben ser controlados constantemente, dado que representan importantes indicadores del estado y del correcto funcionamiento de la misma.

2.6.5 Líquidos Utilizables.

Las Bombas UDOR son Bombas de membrana, diseñadas y construidas para bombear o transferir agua, las cuales, según los modelos, pueden utilizarse para bombear o transferir líquidos antiparasitarios o desmalezadores en solución acuosa, los que deben ser utilizados según las indicaciones de sus productores. El líquido aspirado debe estar libre de arena u otras partículas sólidas en suspensión, además debe tener características de viscosidad y densidad, similares al agua, la temperatura del líquido para bombear debe estar comprendida entre 5°C (40°F) y 38°C (100°F).

2.7 Las bombas UDOR NO pueden utilizarse bajo las siguientes condiciones:

- En presencia de agua con alta salinidad, como por ejemplo el agua de mar.
- En presencia de cualquier líquido no compatible con los materiales de construcción de la bomba.
- Para bombear pinturas, solventes, combustibles y cualquier otro líquido inflamable.
- Para uso alimenticio.

2.7.1 Condiciones para la Alimentación (Aspiración).

Controlar la correcta conexión de la línea de alimentación y las correctas dimensiones de los tubos y racores, así como, su hermeticidad.

La línea de alimentación debe respetar los siguientes requisitos:

- Tener, en cada uno de sus puntos, un diámetro interior mínimo igual al diámetro interior de la boca de entrada de la Bomba.
- Ser perfectamente sellada a fin de evitar infiltraciones de aire que pueden dañarla.
- No presentar, en todo su recorrido, ningún estrangulamiento o achicamiento de los conductos.
- Evitar toda clase de turbulencias, próximas a la entrada de la Bomba y en el depósito de alimentación.
- El eventual filtro debe tener una capacidad mínima de por lo menos el caudal de la bomba y no debe provocar estrangulamientos o

perdidas de la carga. El grado de filtración aconsejado es de 32 ÷ 50 mesh y se debe mantener su eficiencia limpiando el filtro cada vez que sea necesario.

- Máxima presión negativa permitida en aspiración: -0.2 bar (-6 pulg. Hg).
- Máximo desnivel permitido entre la bomba y la fuente de alimentación ubicada debajo: 2m. (6.5ft).

2.7.2 Condiciones de Salida (Envío).

Controlar que la línea de envío y todos los accesorios estén correctamente conectados, asegurados y estancos y que los tubos tengan las dimensiones adecuadas. Todos los tubos con presión deben ser marcados de forma durable, con el valor máximo de la presión permitida, la que nunca debe ser inferior a la presión máxima de funcionamiento de la Bomba.

Antes de poner en marcha la bomba, controlar que la válvula de regulación haya sido regulada con presión "0". La puesta en marcha debe realizarse con toda la línea de envío con presión "0", para facilitar la aspiración.

2.7.3 Manómetro.

Instalar el manómetro lo más cerca posible de la boca de salida de la Bomba, porque la presión máxima que se indica en la placa de la Bomba, hace referencia a la presión registrada a la salida de la bomba y no a la tobera u otros accesorios.

2.7.4 Válvula de Regulación de Presión.

Se debe instalar la válvula de regulación de presión, para evitar una sobrepresión que supere el límite indicado en la placa de la Bomba. El uso, aun durante un breve tiempo, con una presión superior a ese límite, dañaría la bomba.

2.7.5 Toberas.

Si las toberas están deterioradas se produce una disminución de la presión; en tal caso no se debe intervenir sobre la válvula de regulación de presión para tratar de aumentar la presión del sistema, dado que, al cerrar el envío, se provocaría un golpe de presión que podría dañar la Bomba. Ante una disminución de presión es conveniente reemplazar las toberas y volver a regular la presión de instalación. El caudal de la Bomba debe superar el caudal requerido para su funcionamiento en por lo menos un 10%; el caudal excedente debe ser enviado a descarga.

2.7.6 Amortiguador de Pulsaciones (Acumulador).

Antes de poner en marcha la bomba, se debe controlar el valor de la presión del aire en el acumulador. Tal operación puede ejecutarse con la Bomba detenida, accionando sobre la válvula de inflado con un manómetro normal de gomero. Se aconseja controlar periódicamente la presión de inflado. El uso de la Bomba con el acumulador descargado o no inflado correctamente, además de provocar el mal funcionamiento de la instalación, puede dañar la membrana del acumulador. El valor de la presión de inflado del acumulador varía de acuerdo con la presión de trabajo de la Bomba.

2.7.7 Puesta en Marcha de la Bomba Kappa-43.

- Antes de poner en marcha la Bomba, se deben realizar los siguientes controles preliminares:
- Controlar el nivel de aceite del vaso o del tapón mirilla y, si fuera necesario, reponer el aceite.
- Controlar el valor de presión del acumulador, si está presente. Si fuera necesario, proceder a inflar o desinflar.
- Controlar que se haya instalado correctamente una válvula de sobrepresión y que la misma sea regulada con presión "0".
- Controlar que todos los accesorios sean compatibles con la instalación y montados segura y correctamente.
- La puesta en marcha debe ser realizada con toda la línea de envío con presión "0", para facilitar la aspiración. Después de haber completado el ciclo de aspiración, es decir cuando el circuito está libre de aire, se puede llevar la Bomba a la presión deseada, cuidado de no superar la presión máxima indicada en la placa de la bomba.

2.7.8 Bomba Kappa-43 en Reposo.

Nunca se debe guardar la bomba con el líquido utilizado en su interior. Frecuentemente, las membranas se dañan por el contacto con el líquido que permanece en ellas, más que por el uso de ese líquido durante un tiempo prolongado.

2.8 Importancia del Mantenimiento de la Bomba Kappa-43.

Un sistema de bombeo no se mantiene sólo. La frecuencia de mantenimiento no es la misma para todas las bombas, sino que varía con las condiciones del servicio. Una bomba que maneje líquidos limpios, no corrosivos, requiere mucho menos mantenimiento que una bomba del mismo tamaño y tipo que tenga que manejar líquidos corrosivos o arenisca.

Una inspección periódica resulta económica en comparación con las apagadas forzosas debidas a daños o fallas de las diferentes partes de la bomba. Las inspecciones de la bomba deben hacerse bimestral o anualmente, según la clase de servicio; mientras más pesado sea el servicio más frecuentemente debe ser la inspección. La inspección debe ser completa y debe incluir un chequeo cuidadoso de las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias, así como, el estado en que se encuentran todas las partes expuestas a roce o a daños causados por arenisca y/o corrosión.

2.8.1 Instrucciones para Cambiar el Aceite de Bomba Kappa-43.

Debido a que las bombas representan una parte vital de las operaciones de un proyecto y su adquisición constituye un proceso difícil y lento, hay que dedicar atención especial a la operación y al cuidado de las bombas. El objetivo principal es tratar de obtener el máximo de eficiencia y el mínimo de reparaciones.

Estos puntos que se describen son importantes para el mantenimiento periódico de la bomba ya que muestra el tiempo en horas en que se debe realizar el mantenimiento periódico y así prolongar la vida útil de la bomba:

- Primer cambio de aceite: Después de 50 hrs.
- Posteriormente cambios de aceite: Cada 500 hrs.
- Usar el aceite indicado en la placa de la bomba o aceite SAE30.

2.8.2 Cantidad de Aceite de Bomba UDOR Modelo Kappa-43.

La cantidad de aceite y el mantenimiento que se realiza a la bomba periódicamente, mantiene en buenas condiciones las partes internas que constituyen dicha bomba, es por ello que en este apartado se describe la cantidad de aceite que la corresponde a la bomba Kappa-43 (Cuadro 2.7), para prolongar la vida útil de la bomba.

Cuadro 2.7. Cantidad de aceite.

Kg.	Lbs.	L.	Gal.
0.56	1.23	0.63	0.17

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

2.9 Instrucciones para Reemplazar las Membranas en Bomba Kappa-43.

1. **Descarga del aceite de la bomba:** Descargar el aceite de la bomba quitando el tapón (T) de descarga de aceite ubicado en la parte inferior de la bomba; quitar también la tapa (F) o el tapón (R) de carga de aceite.
2. **Desmontaje de los colectores externos:** Si la bomba tiene colectores (I) externos, estos deben quitarse, antes de desmontar las tapas de cilindros (B).
3. **Desmontaje de las tapas de cilindros:** No desmontar todas las tapas (B), sino ejecutar las reparaciones de una tapa (B) a la vez. Quitar los tornillos (A) de la tapa (B), luego desmontar la tapa (B) de la bomba ejerciendo una leve presión, si fuera necesario.
4. **Eliminación de las membranas:** Girar el árbol (N) para llevar el pistón (Q) al punto muerto superior de la carrera. Quitar el bulón (L) y el disco (M). Quitar la membrana (O). Si fuera necesario, quitar la camisa (P) y lavar los componentes internos con gasóleo. La camisa (P) debe volverse a montar en la misma posición precedente.

5. Montaje de una nueva membrana: Limpiar minuciosamente el orificio roscado del pistón (Q). Montar el bulón (L) y el disco (M) en el orificio de la nueva membrana (O). Montar este ensamblado en el pistón (Q) utilizando un producto fija-roscas (Loctite 243 o su equivalente) en el bulón (L) y ajustar al par correspondiente.

Girar el árbol (N) para llevar el pistón (Q) y la membrana (O) al punto muerto inferior de la carrera. Colocar cuidadosamente, en su alojamiento, el borde externo de la membrana (O), siguiendo la circunferencia del cuerpo de la bomba.

6. Montaje de la tapa: Al volver a montar la tapa (B) es muy importante que las válvulas estén correctamente posicionadas. Para cada cilindro hay dos válvulas: una deja ingresar el líquido a la tapa de cilindro, la otra lo deja salir.

7. Montaje de la membrana del acumulador: Eliminar completamente el aire contenido en el acumulador por medio de la válvula correspondiente (G). Quitar los tornillos (E) y la tapa (D) del acumulador. Quitar la membrana (C). Posicionar correctamente la nueva membrana (C). Montar la tapa (D) y ajustar los tornillos (E) al par correspondiente. Inflar el acumulador según la presión de trabajo requerida para la bomba.

8. Llenado de la bomba de aceite: volver a montar el tapón (T) de descarga de aceite. Llenar la bomba con aceite SAE 30 hasta alcanzar el nivel preestablecido, indicado con una marca de referencia en el vaso de aceite (H) o en el tapón mirilla (S). Girar el árbol (N) para eliminar posibles depósitos de aire. Volver a montar la tapa (F) o el tapón (R) de carga de aceite.

9. Puesta en marcha de la bomba: poner en funcionamiento la bomba con el circuito de envío a presión "O". Después de aproximadamente 5 minutos a "0" bar/PSI llevar la bomba a presión y alternar los ciclos

de presión con ciclos de descarga; esto permitirá evacuar los residuos de aire contenidos en el cárter. Apagar la bomba y volver a controlar el nivel de aceite; de ser necesario reponer el aceite para restablecer el nivel correcto. (Fig 2.11).

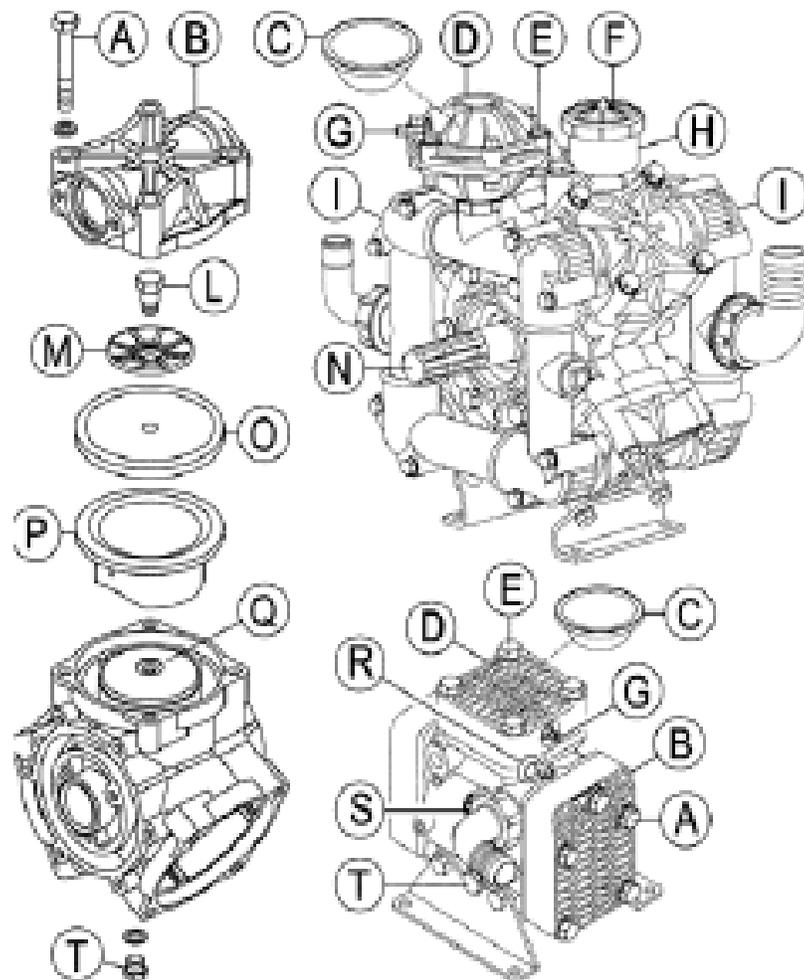


Fig. 2.11. Reemplazar las Membranas en Bomba Kappa-43.

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders.
<http://www.swissmex.com.mx/>)

2.9.1 Presiones de Inflado del Acumulador y de la Bomba.

El valor de la presión de inflado del acumulador varía de acuerdo con la presión de trabajo de la bomba.

Cuadro 2.8. Presiones de inflado del acumulador.

Presión de Trabajo de la Bomba	bar	2	5	10	20	30	40	50
	psi	29	72	145	290	435	580	725
		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Presión del Acumulador	bar	1	2	4	5	6	7	8
	psi	15	29	58	72	87	102	116

2.9.2 Pares de Torsión de la Bomba Modelo Kappa-43.

Cuadro 2.9 Pares de Torsión en Bomba.

Bulón de la Membrana (usar loctite 243):	25 Nm o 18 lbf•ft.
Tornillos de la Tapa:	40 Nm o 30 lbf•ft.
Tornillos del Acumulador:	40 Nm o 30 lbf•ft.
Tornillos de la Brida Aspiración:	10 Nm o 7 lbf•ft
Tornillos de la Brida Cojinete:	10 Nm o 7 lbf•ft
Tornillos del Depósito de aire:	8 Nm o 6 lbf•ft
Tornillos del Colector: (Aluminio/Latón).	8 Nm o 6 lbf•ft
Tornillos del Colector: (Plástico).	8Nm o 6lbf•ft

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

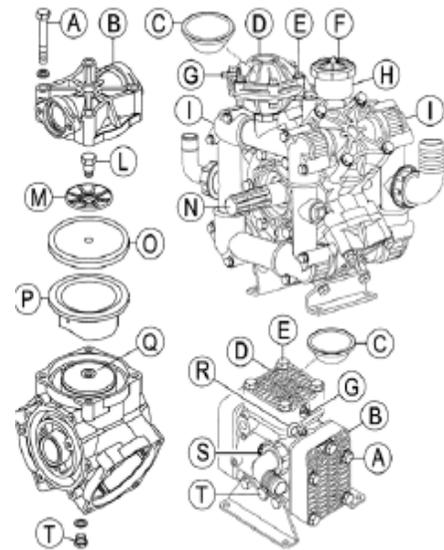
2.9.3 Problemas y Soluciones de Bomba UDOR Kappa-43.

Cuadro 2.10. Problemas y soluciones de la Bomba.

Problemas	Causas Posibles	Soluciones
La bomba no tiene presión.	Filtro inadecuado, sucio o parcialmente cerrado Tubo de aspiración obstruido.	Montar un filtro con la capacidad adecuada o limpiar el cartucho del filtro. Eliminar la oclusión.
La bomba no alcanza la presión necesaria.	Rotura del tubo de aspiración dentro o fuera del depósito. La bomba aspira aire de la línea de aspiración.	Sustituir el tubo dañado. Controlar que los tubos y racores sean estancos.
La bomba pierde presión durante el uso de equipos.	Válvula de regulación de presión dañada o desgastada Excesiva espuma en el depósito de agua o nivel demasiado bajo. Una o más válvulas de la bomba están dañadas. La presión del acumulador es demasiado alta o demasiado baja.	Reparar o sustituir la válvula de regulación de presión. Restablecer las condiciones ideales en el depósito de agua. Limpiar o sustituir las válvulas. Inflar el acumulador con la presión correcta.
	La bomba aspira aire desde la línea de aspiración.	Controlar que los tubos y racores sean estancos.
	Filtro inadecuado, sucio o parcialmente cerrado.	Montar un filtro con la capacidad adecuada o limpiar el cartucho del filtro.
	Presencia de aire en las cavidades de la bomba.	Girar la bomba con la salida abierta a fin de evacuar completamente el aire.
	La bomba aspira aire desde la línea de	Controlar que los tubos y racores sean estancos.

	aspiración.	
La bomba no carga agua.	Filtro inadecuado o sucio o parcialmente cerrado.	Montar un filtro con la capacidad adecuada o limpiar el cartucho del filtro.
	Una o más válvulas de la bomba están dañadas o desgastadas.	Limpiar o sustituir las válvulas.
El aceite de la bomba se vuelve blanco.		Sustituir las membranas.

El aceite de la bomba sale por la descarga; disminuye visiblemente el nivel de aceite.	Una o más membranas dañadas.
--	------------------------------

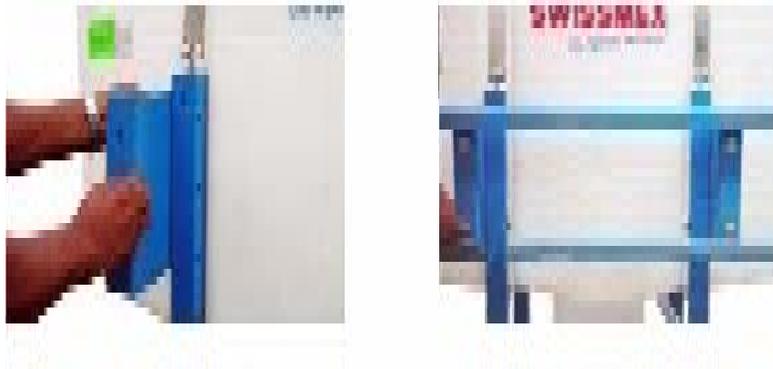


(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).

2.10 Ensamble del Pulverizador Ligero Modelo 880.009.

Para el ensamble del pulverizador, el fabricante recomienda seguir el procedimiento como se observa en las siguientes figuras, con la finalidad de realizar un mejor trabajo, así como incrementar la vida útil de las piezas y/o partes del pulverizador.

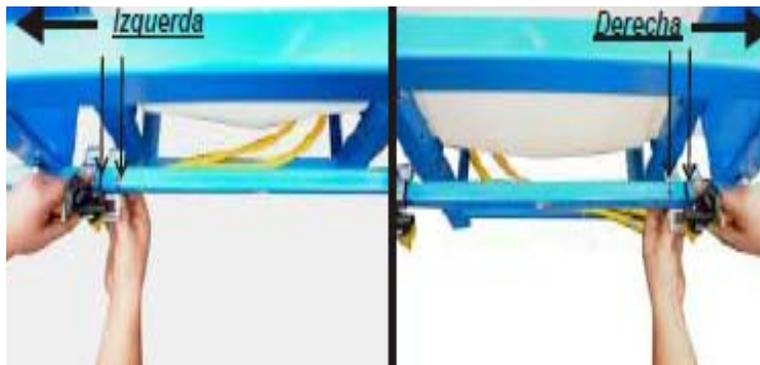
1.- Retire el polifim del tanque y de los aguilones.



2.- Coloque las placas a la altura deseada y fíjelas con los tornillos, apriete firmemente.



3.- Instale el aguilón a la altura requerida y fíjelo con los tornillos 3/4 x 3/8 apriete firmemente.



4.- Para colocar las mangueras de los aguilones:

Inicie del centro hacia la izquierda, colocando la abrazadera metálica entre las líneas marcadas en su aguilón; hasta colocar la última abrazadera. Recuerde que las Ts y Ls deben quedar atrás del aguilón.

Proceda de la misma manera en la manguera del lado derecho.



5.- Coloque el porta regulador como se indica en la foto y apriete con la manija.



6.- Coloque el regulador con el manómetro hacia el tractor y apriete con la manija.



7.- Retire con precaución las mangueras de alimentación y colóquelas de la siguiente manera.



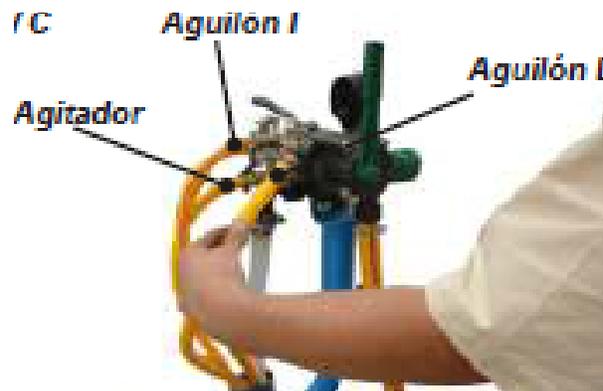
8.- Coloque la manguera amarilla en la entrada inferior del regulador.



9.- Coloque la manguera tramada en la parte posterior del regulador.



- 10.- Las mangueras de alimentación a los aguilones, la derecha a su derecha y la izquierda a la izquierda; la manguera del agitador en la parte baja. Apriete todas las tuercas para evitar fugas al trabajar el equipo.



- 11.- Coloque las mangueras de alimentación hacia los aguilones en su respectivo sitio, una izquierda y otra derecha.



- 12.- Coloque el eje cardán en la bomba y fije la cadena en algún punto para evitar que gire cuando está en posición de trabajo.



2.11 Instrucciones para Calibrar el Pulverizador tipo Liger.

Una buena fuente de información sobre de qué forma debería aplicarse el agroquímico aparece en la etiqueta del producto. Quizás será necesario todavía, ajustar el pulverizador a las condiciones específicas de pulverización. Es necesario seleccionar el volumen, la velocidad de avance, las boquillas y la presión de pulverización. Muchos volúmenes de aplicación y velocidades se deciden primero, entonces la selección de la boquilla está limitada a sus posibilidades dentro del rango de la presión aconsejada (normalmente de 2 a 2.5 bar para los boquillas convencionales).

A continuación se muestran los métodos más importantes y sencillos para calibrar el equipo ligero marca SWISSMEX.

METODO I

1. Agregue agua limpia a la mitad del tanque.
2. Mida 100 m, en el terreno que va a aplicar y coloque marcas al principio y al final.
3. Colocar bolsas de polietileno en mínimo 3 boquillas (inicio, centro y final de la sección) recogiendo el agua durante los 100m, recorridos.

4. Dar la presión deseada (3 bar/43 psi para herbicidas), (6 bar/87 psi para insecticidas y fungicidas).
5. Medir el agua recolectada en cm^3 (1L es igual a 1000 cm^3).
6. La cantidad en cm^3 (A) dividida entre la distancia que hay entre boquilla y boquilla 50 cm (B).
7. A/B deberá multiplicarlo por 10 y el resultado es igual a litros/hectarea.

Ejemplo:

Si usted recogio en cada bolsa lo siguiente:

Bolsa 1-----1650 cm^3

Bolsa 2-----1600 cm^3

Bolsa 3-----1550 cm^3

$4800 \text{ cm}^3 / 3 = \text{Promedio } 1600 \text{ cm}^3 = A$

La distancia entre boquilla y boquilla = **50 cm = B**

$$\frac{A}{B} \times 10 = \frac{1600 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} \times 10 = 320 \frac{\text{Lts}}{\text{ha}}$$

Ec. 2.1

METODO II

Generalmente las boquillas vienen calibradas; por tanto para aplicar la siguiente formula, ver tablas de caudales y volúmenes de aplicación Cuadros 2.11. 2.12. y 2.13 de anexos. Según corresponda.

Formula:

$$L/ha = \frac{60000 \times \frac{It}{\text{min por boquilla}}}{\frac{Km}{h} \times W}$$

Ec. 2.2

Donde:

L/ha = Litros por hectárea.

L/min= Litros por minuto.

Km/h= Kilómetros por hora.

W = Distancia entre boquillas y boquilla (en cm).

60000= Factor de conversión de unidades.

EJEMPLO I

Si su equipo de tractor tiene instalada puntas de abanico plano 1102.02 o 1103.02 y desea trabajar a una presión de 4 bar (58 psi), a una velocidad de 5 Km/h y con una separación entre boquilla y boquilla de 50 cm, tenemos lo siguiente. En una tabla de caudales de volúmenes de aplicaciones se tiene que da 0.92.

Datos:

$$L/\text{min} = 0.92$$

$$\text{Km/h} = 5$$

$$W = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Factor} = 60000$$

Sustituyendo:

$$L/\text{ha} = \frac{60000 \times 0.92}{5 \times 50} = 220.8 = 220 \text{ L/ha.}$$

EJEMPLO II

Si desea escoger una boquilla para aplicar una determinada cantidad de agua por hectárea de acuerdo a indicaciones del fabricante de agroquímico a razón de 370 L/ha. Se requiere aplicar la formula siguiente:

$$L/\text{min} = \frac{\frac{L}{\text{ha}} \times \frac{\text{Km}}{\text{h}} \times W}{60000}$$

Ec. 2.3

Sustituyendo:

$$\text{L/min} = \frac{370 \frac{\text{L}}{\text{ha}} \times \frac{6 \text{Km}}{\text{h}} \times 50}{60000} = 1.85$$

De acuerdo a tabla de caudales y volúmenes de aplicación la boquilla que da ese caudal, es la 1102.04 a una presión de 4 bar (58 psi), y a una velocidad de 6 km/h.

Si deseas otros volúmenes de aplicación se tienen las recomendaciones siguientes:

Para Aumentar el Volumen de Aplicación.

- Usar boquillas de mayor caudal.
- Reducir la velocidad del tractor.
- Aumentar la presión.

Para Disminuir el Volumen de Aplicación.

- Usar boquillas de menor caudal.
- Aumentar la velocidad del tractor.
- Disminuir la presión.

Atención.

Por seguridad verifique el volumen de aplicación, diariamente al iniciar el trabajo.

El uso de presiones superiores a las recomendadas, aumenta el desgaste de las boquillas, disminuyendo su vida útil.

2.12 Recomendaciones Específicas Para el Pulverizador Tipo Ligero.

- a) Antes de cada aplicación verifique el estado general de su equipo, trate de que siempre este dentro de las condiciones operacionales recomendables.

- b) Al transportar su equipo, verifique que el acople al tractor sea correcto, además si por necesidad requiere transitar por carreteras federales, estatales, etc. Asegure el aguilón del equipo y ponga señales con reflejantes traseros y laterales; así mismo, respete las normas locales establecidas. Nunca transite por una carretera que prohíbe el tránsito de tractores, use preferentemente caminos alternos.

- c) No haga improvisaciones o adaptaciones. Si las hace es posible que ponga en riesgo su seguridad y/o que su equipo sufra algún daño. Todas las modificaciones o adaptaciones que haga, serán bajo su propio riesgo.

- d) En las formulaciones y aplicaciones de los agroquímicos, siga rigurosamente las instrucciones de los fabricantes, o bien, las indicaciones de su asesor técnico.

- e) Si el operador sufrió salpicaduras de producto, lave con abundante agua limpia.
- f) Lave el tanque y el sistema, poniendo por lo menos $\frac{1}{2}$ tanque de agua limpia y desalojándose por las boquillas. Retire toda el agua de la bomba quitando la manguera de salida al regulador y haciendo trabajar la bomba por lo menos 30 segundos; esta operación la deberá hacer al termino de cada temporada.
- g) Dé el mantenimiento necesario a su equipo para que siempre esté disponible para su uso y óptimo aprovechamiento.
- h) Para realizar la limpieza de filtros, puntas, etc., enjuague con agua limpia y vuelva a colocar. Nunca trate de destapar las puntas con clavos, alfileres o cualquier herramienta punzo cortante. Puede alterar la salida punta, lo que modificará el abanico y el caudal de la punta. Use siempre un cepillo de dientes de consistencia suave.
- i) Guarde su equipo en un lugar ventilado, protegido del sol y sobre todo, evite el tránsito de los niños, cerca de su equipo.
- j) En el caso de los recipientes de los agroquímicos, siga las recomendaciones del fabricante y las normas de manejo seguro de los pesticidas.
- k) Manténgase en contacto con su distribuidor autorizado, y use siempre refacciones originales **SWISSMEX**.

2.13 Boquillas de Abanico Plano Tipo 8002 (1102.02).

Esta boquilla es la más empleada en aplicaciones de herbicidas en trigo. El perfil de aspersión tiene forma oblonga, con una distribución menor en sus extremos de un 25%, por lo que es necesario una sobre posición de los abanicos para obtener una cobertura uniforme. Se pueden seleccionar desde 10 a 110 grados, pero las más usadas son las de 65, 75, 78 grados. Su separación en la barra, el ángulo y la altura sobre el suelo determinan la cobertura uniforme. Una boquilla está formada por su cuerpo, filtro orificio y tapa. (Spraying Systems, 2003).



Fig. 2.12. Boquilla.

Características:

Orificio en cerámica (perfecta precisión y alta resistencia al desgaste)
montada en un cuerpo de resina de síntesis de alta resistencia. Abanico

plano de ángulo de 80° o 110° , conforme a la norma ISO internacional.
Diseñada para todo tipo de portaboquillas ISO.

Boquillas de Abanico Plano Tipo 8002 (1102.02) con 50 cm de separación y un ángulo de 110° .

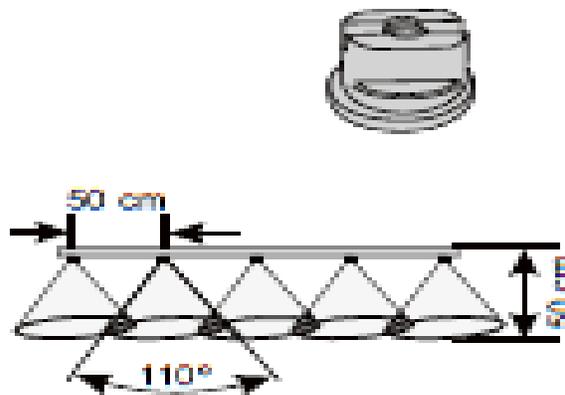


Fig. 2.13. Angulo de aplicación.

Aplicaciones:

- Todo tipo de tratamientos (fungicidas, insecticidas, herbicidas).
- Boquilla polivalente, conserva su eficacia a varios niveles de presión (de 1.5 a 4 bar). Recomendada a baja presión (1.5 bar) para reducir la deriva (gotas gruesas). Aconsejada para tratamientos de bajo volumen.

Usadas para presiones más elevadas (>2.5 bar) para mejorar la cobertura de las zonas tratadas (gotas más finas). Como lo menciona Eng, O. K., Omar, D., and McAuliffe, D. 1999.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

De acuerdo con los objetivos planteados, se realizaron dos pruebas, utilizando el siguiente procedimiento y materiales.

Etapas de la Prueba I.

3.1 Materiales y Métodos para Prueba de Funcionamiento del Agitador.

- **Características del Fluido de Prueba.**

Se utiliza agua con cal mezclada en una proporción de 20 g de cal por litro de agua, permitiendo una variación del $\pm 5 \%$, se usa cal hidratada que cumpla con la norma NMX-C-003-ONNCCE.

- **Materiales.**

- Aspersora **SWISSMEX** modelo 800.009.

- Tractor ligero.

- Manómetro

- Tubo de PVC.
- Cronómetro (2 piezas.)
- Papel filtro y contenedores de 5L (10m piezas, de 30L 3 piezas, de 100 o 120L una pieza.)
- Embudos 21 piezas.
- Báscula 2Kg.
- Pipeta de succión de 100ml (2 piezas.)
- Horno de secado.
- Agitador mecánico o magnético.
- Termómetro de bulbo seco con intervalo de medición de 0 a 80°C (2 piezas.)
- Marcador permanente.
- Caja de herramientas.

3.2 Instalación de la Aspersora.

- 1) La aspersora se monta al tractor como normalmente se procede para el trabajo en campo (enganche a los tres puntos, con la bomba sujeta a la aspersora o al tractor y acoplada al PTO).
- 2) Se mantiene un manómetro en la boquilla de la manguera porta-boquillas más cercana a la bomba.
- 3) Las mangueras porta-boquillas son desmontadas del aguilón, extendidas y fijadas a lo largo de un tubo: en cada boquilla se conecta una manguera para evitar que el líquido pulverizado se disperse y pueda enviarse por un tubo o canal que conduzca todo el

fluido que pasa por las boquillas a un mismo depósito o recipiente de recolección, donde se tomarán algunas muestras en diferentes intervalos de tiempo.



Fig. 3.1. Instalación del Pulverizador.

3.3 Condiciones de Operación.

Antes de iniciar la prueba debe verificarse que las boquillas, conexiones y mangueras, funcionen correctamente y no haya fugas. Además, se debe conocer el tiempo aproximado de la prueba y los tiempos en los cuales se deben coleccionar las muestras una vez iniciada la prueba. El tiempo de 15 min planeado para la prueba de la pulverización de la mezcla será el mismo considerado para el tiempo de vaciado del tanque.

3.4 Métodos de Prueba.

2. El eje de bomba debe trabajarse a la frecuencia de rotación normal indicada por el fabricante (generalmente 540rpm); en el caso de indicar un intervalo, se utilizará la frecuencia de rotación media.
3. La presión de la cámara de pulsaciones de la bomba se debe ajustar a la mitad del intervalo indicado por el fabricante.
4. La presión de trabajo de las boquillas, se mide en la boquilla más cercana a la bomba, y se ajusta a la presión media del intervalo de presión de trabajo normal (Fig. 3.2).
5. Se determina la concentración de la mezcla de prueba a diferentes intervalos de tiempo, desde que el tanque está lleno hasta que la boquilla deja de funcionar correctamente por la falta de mezcla en el tanque.



Fig. 3.2. Ajuste de presión (Prueba 1).

3.5 Cálculos y Puntos de Medición.

Los puntos a registrar en la prueba son los siguientes:

- Temperatura ambiente y de la mezcla de prueba al inicio y al final de la pulverización.
- Cantidad de cal vertida al tanque (kg).
- Concentración de cal en la mezcla preparada(g/L);
Para lo cual se utiliza la ecuación 3.1.

$$C_{MP} = \frac{C_{CV}}{A_{TLL}}$$

Ec. 3.1

Donde:

C_{MP} = concentración de cal de la mezcla preparada (g/L).

C_{CV} = cantidad de cal vertida al tanque al inicio de la prueba (g).

A_{TLL} = cantidad de liquido con tanque lleno (L).

- Tiempo transcurrido en la toma de la muestra (min).
- Concentración de cal en cada muestra (g/ml), determinada por la ecuación 3.2.

$$C_{MC} = 5 (C_{cal})$$

Ec. 3.2

Donde:

C_{MC} : concentración de cal en la muestra colectada (g/L).

C_{cal} : cantidad de cal de cada muestra, correspondiente al promedio del contenido de cal de la submuestras tomadas de la muestras g/200ml.

- Cantidad de cal residual (kg).
- Desviación estándar (adimensional).
- Coeficiente de variación de la concentración de cal de las muestras colectadas (%).
- Desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas (%), misma que se determina con la siguiente ecuación 3.3.

$$D_{EC} = \left[1 - \left(\frac{C_{MC}}{C_{MP}} \right) \right] 100$$

Ec. 3.3

Donde:

D_{EC} : desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas (%).

C_{MC} : concentración de cal en la muestra colectada (g/ L).

C_{MP} : concentración de cal en la muestra preparada (g/L).

3.6 Procedimiento de Prueba.

Esta prueba comprende de tres etapas que son las siguientes.

3.6.1 Preparación de Mezcla:

- 1Primero conocer la cantidad de agua necesaria para llenar el tanque de la aspersora a su capacidad máxima.
- 2Calcular la cantidad de cal necesaria para obtener una mezcla con la concentración de 20g de cal por litro de agua; esta mezcla se utilizará para llenar el tanque.
- 3Para preparar la mezcla se utilizan recipientes o contenedores con capacidad de 100L de agua, a los cuales se vierte, 10 kg de cal como máximo. Esta mezcla se agita hasta que la cal se homogenice en el líquido, posteriormente se deja reposar por 60 s y se comienza a vaciar al tanque de la aspersora cuidando de no verter la cal asentada en el fondo del recipiente. Para tomar la mezcla del bote, esta debe tomarse con cuidado y evitar que la cal asentada en el fondo se vierta al tanque de la aspersora, por ello, al final deben quedar en el bote por lo menos 5L de la mezcla. Esto se repite hasta mezclar la cal necesaria para obtener una concentración aproximada de 20g /L de agua cuando el tanque alcance su nivel máximo. Debido a que parte de cal mezclada en los recipientes queda en el fondo de estos y no es vertida al tanque, se recomienda mezclar en los recipientes 130% de la cal necesaria para obtener una mezcla de 20g de cal por cada litro de agua en el tanque de la aspersora.

4Una vez vertida la cal necesaria para alcanzar la mezcla de prueba en el tanque se procede a llenar este con la mezcla a la capacidad máxima.



Fig.3.3. Preparación de la Mezcla.

3.6.2 Pulverización de la Mezcla.

Después de llenado el tanque con la mezcla de prueba al nivel máximo, se hace funcionar el agitador por 3 min; al finalizar este periodo de agitación se hacen funcionar las boquillas para comenzar con la pulverización en el periodo que dura esta se toman 5 muestras de mezcla pulverizada cada una de 3 a 4L. la primera muestra se colecta a los 30s de iniciada la pulverización de las boquillas y las siguientes cuatro se colectan a intervalos regulares hasta 30s antes de finalizar la prueba, de acuerdo con el tiempo planeado de pulverización. La pulverización termina cuando se presenta el primer índice de falla en las boquillas al dejar de funcionar en forma

adecuada (las boquillas comienzan a cambiar el espectro de pulverización y empiezan a mandar aire), debido a la poca cantidad de líquido en el tanque en este momento se cierran las válvulas de paso a las mangueras porta-boquillas, se apaga la bomba y se registra el tiempo de duración de la pulverización. Al finalizar la pulverización se procede a sacar la mezcla restante y la cal pegada en las paredes del tanque y se colectan en un recipiente, cuyo contenido se identifica como líquido residual. Así mismo, se registra la temperatura ambiente marcada por el termómetro de bulbo seco, que debe estar cerca de la aspersora pero alejado de cualquier equipo que pueda afectar la medición, y también la temperatura de mezcla la cual corresponde al valor indicado por el termómetro sumergido en la mezcla del tanque de la aspersora; ambas lecturas se registran al inicio y al final de la pulverización. (Fig. 3.3).

3.6.3 Determinación de la Concentración de la Cal en las Muestras.

Por cada muestra colectada se toman tres submuestras de 200ml, con la pipeta; para ello, se debe agitar la muestra hasta obtener una mezcla uniforme con ayuda de un agitador mecánico o magnético, luego se toman la submuestras y se depositan en conos de papel filtro para su filtración; cada papel filtro se debe pesar e identificar (con el número de muestras y submuestras, respectiva) antes de vaciar la sub muestra. El líquido residual es filtrado en conos de papel filtro, sostenida sobre embudos u otros recipientes que eviten la pérdida de la mezcla, sin que esta haya sido filtrada.

El procedimiento también se realiza para la cal no vertida al tanque, es decir, la que se encuentra en la mezcla sobrante o en las paredes de los recipientes donde se preparó la mezcla total antes de verterla al tanque de la aspersora. Al igual que como se hizo con los conos de papel filtro para filtrar el líquido residual y la cal sobrante, estos se deben pesar e identificar previamente para conocer a que muestra pertenecen. Las muestras y submuestras se secan en una estufa, a 60°C de temperatura en un periodo de 24 hrs, después se pesan nuevamente. Con esta información se determina la cantidad de cal de cada muestra y submuestras.

Etapas de la Prueba II.

3.7 Materiales y Métodos para Prueba de Desplazamiento en Carretera con Obstáculos.

3.7.1 Condiciones de la Muestra de Prueba.

Usar el fluido de acuerdo con las especificaciones indicadas (agua).

La aspersora se monta al tractor como normalmente se realiza para el trabajo en campo (enganche los 3 puntos, con la bomba sujeta al tractor y acoplada al PTO), las mangueras porta-boquillas se fijan al aguilón y este debe estar abierto.

3.7.2 Condiciones de Operación.

Llenar el tanque de la aspersora con el fluido de prueba hasta el nivel máximo, y disponer de cada uno de los aditamentos utilizados por el trabajo en campo. La pista de prueba debe ser una carretera de concreto o terracería compactada y nivelada, sobre la cual se procede a ubicar los obstáculos y balizas. La velocidad de desplazamiento del conjunto será de 7 km/h, con una variación permitida de $\pm 5\%$; se deberán realizar tres recorridos; al término de cada recorrido se realizará una inspección de la estructura de la aspersora.

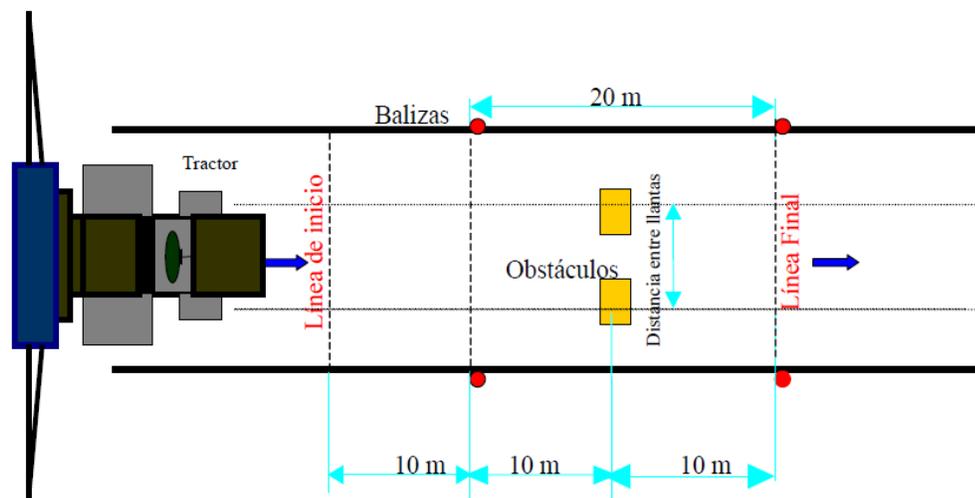


Fig. 3.4. Trazo de Pista de Prueba.

3.7.3 Equipos e Instrumentos de Prueba.

- Aspersora SWISSMEX modelo 800.009.
- Tractor ligero.
- Obstáculos (2 piezas).
- Balizas (4 piezas).
- Cinta métrica de 50m (2 piezas).

- Cronómetro (1pieza).
- Cal (10 kg).
- Hilo cáñamo (1 carrete).
- Cámara de video.
- Caja de herramientas.

3.7.4 Cálculos y Puntos de Medición.

- Velocidad de desplazamiento (km/h).
- Problemas o fallas ocurridas en el tanque.
- Deformación, rotura o desajustes en las partes mecánicas de la aspersora.

3.7.5 Procedimiento de Prueba.

Se marca la pista de prueba trazando una línea de inicio perpendicular a la carretera, posteriormente se colocan obstáculos sobre la pista a 20 m de la línea de inicio por donde pasarán las llantas del tractor, y finalmente se traza la línea final de la línea de inicio. También se colocan balizas a los 10 y 30m de la línea de inicio (Fig. 3.4). Después de trazar la pista de prueba se realiza el ajuste de velocidad de desplazamiento del conjunto a 7 km/h; al ejecutar este ajuste las llantas del tractor no deben pasar sobre los obstáculos. Durante los recorridos de prueba el tractor debe alcanzar la velocidad de avance de 7km/h antes de llegar a la línea de inicio y mantenerse hasta llegar a la línea final. En cada recorrido de prueba se determinara la velocidad de avance del conjunto y

al término de cada recorrido se procede a realizar una inspección general de la estructura, aguilones, tanque y soporte de la aspersora, para identificar alguna falla por rotura fisuras o deformaciones.



Fig. 3.5. Obstáculos.

3.8 Verificación de las Especificaciones Técnicas de las Pruebas

Realizadas.

- La capacidad del tanque, en litros, indicada por el fabricante no debe ser menor al 5 % de volumen útil obtenida como resultado de las pruebas.
- La dosificación de las boquillas resultado de la prueba (dosificación de la aspersión) debe corresponder con la indicada por el fabricante en el manual del operador para el tipo de boquilla utilizada en la prueba, permitiendo una variación del $\pm 10\%$. La medición de la dosificación de la dosis por boquilla debe realizarse con boquillas nuevas y con las regulaciones indicadas por el fabricante.

- La cantidad de líquido residual no debe sobrepasar el 2 % de la cantidad total de agua en el tanque.
- La válvula reguladora de presión debe permitir calibrar las presiones de trabajo de las boquillas, que de acuerdo al fabricante pueden ser utilizadas en la aspersora.
- La escala de presión del manómetro debe corresponder a las presiones de trabajo de las boquillas utilizadas en la aspersora y válvula reguladora de presión.
- El fabricante debe indicar el rango de potencia requerido para el funcionamiento de la aspersora.

3.8.1 Eficiencia del Agitador.

- La cantidad de cal en el líquido residual y asentada en el fondo del tanque, al terminar la pulverización de las boquillas durante la prueba del agitador, no debe ser mayor al 15 % de la cantidad de cal vertida al tanque del aspersor al inicio de la prueba.
- El coeficiente de variación de la concentración de cal en las muestras tomadas, a diferentes intervalos de tiempos durante la pulverización, no debe exceder al 10 %.
- La desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas no deberán ser mayores o menores al 20 %, esto se obtiene con la ecuación 3.3 antes descrita.

3.8.2 Requerimientos de Prueba.

- Aspersora.

Debe ser entregada en las condiciones óptimas de trabajo, por el fabricante, y se realizará una preprueba por los inspectores y técnicos del fabricante para asegurar la calibración adecuada de la máquina. La aspersora deberá contar con boquillas tipo abanico más utilizadas en el mercado y recomendadas por el fabricante de la misma.



Fig. 3.6. Calibración del Aspersor.

Durante las pruebas la aspersora y las boquillas deberán ser siempre las mismas. Las boquillas no deberán cambiarse de posición, cuando sea necesario quitar las boquillas, para liberar la manguera porta boquillas del aguilón, deberán volverse a colocar en su posición original antes de continuar con las pruebas.

- Tractor.

El tractor utilizado en las pruebas de la aspersora deberá ser siempre el mismo hasta el término de estas y deberá estar en condiciones óptimas para el trabajo como lo recomienda el fabricante de este. Para la prueba de aspersoras se utiliza agua a temperaturas de 0°C a 40°C.



Fig. 3.7. Tractor

3.8.3 Características del Fluido de Prueba.

Se utiliza agua que cumpla con las siguientes propiedades:

Cuadro 3.1 Características del Agua.

Temperatura máxima y mínima:	0°C – 40°C.
Viscosidad cinemática máxima:	1,75 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Densidad Máxima:	1 050 kg/m ³
Contenido máximo de sólidos libres:	2,5 kg/m ³
Contenido máximo de sólidos disueltos:	50 kg/m ³

3.8.4 Banco de Prueba de Agitación.

Este banco debe permitir enviar el líquido pulverizado a un sólo lugar de descarga, Permitiendo captar el líquido en recipientes pequeños (3L), así como también debe permitir observar la descarga de cada boquilla.



Fig. 3.8. Banco de Prueba.

3.8.5 Instrumentos de Medición.

Para realizar las pruebas deberá contarse con los instrumentos de medición previamente calibrados o con calibración vigente, para medir: longitud, masa (peso), temperatura, presión, tiempo, ángulos, velocidad de revolución, flujo y torque; y con los materiales necesarios.

3.8.6 Inspección Técnica de la Estructura.

Este estudio se divide en dos partes: La primera consiste en hacer una revisión de la información que acompaña a la aspersora y la segunda consiste en una verificación técnica.

3.8.7 Revisión de la Información que Acompaña a la Maquina.

En los siguientes puntos se describe la información mínima que debe contener él o los manuales que acompañan a la aspersora, así como, los puntos que deben registrarse:

a) Especificaciones Técnicas (puntos a registrar).

Especificaciones generales de la aspersora: fabricante, dirección del fabricante, país de origen, tipo y categoría de enganche, modelo, número de serie, nombre comercial, dimensiones generales, potencia del tractor requerida para el trabajo. De la bomba y válvula reguladora se registra: fabricante, tipo, modelo, potencia requerida (solo bomba), rango de presión de trabajo (máximo y mínimo) y presión en la cámara supresora de pulsaciones.

Del tanque se registra capacidad y material de construcción.

Para los tipos de boquillas utilizadas en la aspersora se debe registrar: fabricante, tipo, rango de presión de trabajo, distancia entre boquillas, cuadro de presión de trabajo con el gasto obtenido y dosis de aplicación

a diferentes velocidades (mínimo 5 presiones de prueba y 5 velocidades).

b) Información de Operación.

Calibración del equipo en campo, recomendaciones de uso, principales problemas que puedan presentarse y su corrección.

c) Diagrama de Ensamble y Especificaciones Técnicas de Piezas.

En cuadros indicar las especificaciones técnicas de las piezas e indicar su posición en los diagramas de ensamble.

d) Información del Mantenimiento.

Indicar el mantenimiento diario o después de cada uso, así como, la lubricación de la aspersora (indicando la ubicación de los puntos a lubricar y periodo de lubricación). Indicar piezas de refacción (piezas de repuesto), mencionando su vida útil o la forma de identificar cuando requiere ser reemplazada.

e) Información de Seguridad.

Indicar las medidas de seguridad necesarias para prevenir o evitar accidentes.

f) Diagnostico de Fallas y Soluciones.

Incluir una guía de los problemas más comunes sus causas y soluciones.

3.8.8 Verificación Técnica de la Estructura.

En la segunda fase de la prueba, se medirán y reportarán los siguientes puntos:

- a) Dimensiones generales de la aspersora (altura, ancho, longitud), se registra la masa de la aspersora con tanque vacío y tanque lleno; rango de regulación de altura de las boquillas; se mide la cantidad de líquido residual y tiempo de vaciado del tanque. Las mediciones de alturas, longitud y ancho deben realizarse en un piso nivelado, permitiendo un desnivel máximo del 1%.
- b) Verificar el diagrama hidráulico de la aspersora, indicar regulaciones de trabajo de cada componente (bomba, válvula de distribución y boquillas), así como, indicar los filtros y puntos de lubricación del equipo.
- c) Verificar la protección anticorrosiva y antioxidante de las partes susceptibles a estos fenómenos en la aspersora.

- d) Revisión de seguridad de la estructura (registrar): protección de las partes en movimiento con guardas o cubiertas, partes filosas, puntos salientes y/o punzo cortantes.

- e) Inspección de la señalización en la máquina (registrar): contenido.

- f) Claridad de la información, ubicación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Prueba I: Funcionamiento del Agitador.

4.1 Puntos de Medición Cálculo y/o Observaciones.

Para poder realizar la prueba de eficiencia del agitador se siguieron los pasos mencionados en el apartado de materiales y métodos.

La primera etapa de esta prueba fue fabricar un banco de prueba para facilitar el manejo de las muestras y submuestras de la mezcla, este banco fue diseñado con varilla de $\frac{3}{8}$, midiendo 45cm de ancho por 105cm de largo. El objetivo de este banco es sostener los embudos con la mezcla para su completa filtración. (Fig. 4.1).



Fig. 4.1. Banco de Prueba.

4.2 Resultados de Prueba de Funcionamiento del agitador.

La etapa siguiente de esta prueba fue la preparación de la mezcla, utilizando un tanque pulverizador con capacidad de 400L, utilizando recipientes o contenedores con capacidad de 100L de agua y vertiendo 10Kg de cal como máximo, para obtener una mezcla de 20g de cal por litro de agua. (Fig. 4.2).

Cantidad de cal vertida en el tanque del aspensor Kg.

8 Kilogramos.



Fig. 4.2. Preparación de la Mezcla.

Posteriormente al realizar la mezcla teniendo en cuenta las consideraciones de la metodología, se procede a llenar el tanque del pulverizador al nivel máximo, se hace funcionar el agitador durante 3 min, al finalizar dicho periodo, se hace funcionar las boquillas para comenzar con la

pulverización, en el periodo que dura ésta, se toman 5 muestras a diferentes intervalos de tiempo, a los 30 seg de iniciada se toma la primer muestra así mismo, a los 30 seg antes de terminar con la pulverización, las otras 3 se toman a intervalos regulares.

Cuadro 4.1 Tiempo transcurrido al tomar las muestras.

M_1 (min)	M_2 (min)	M_3 (min)	M_4 (min)	M_5 (min)
0.5	5.0	10.0	15.0	16.53



Fig. 4.3. Muestra Obtenidas.

La prueba se termina cuando se presenta el primer índice de falla de las boquillas al dejar de funcionar adecuadamente. Al finalizar la pulverización se procede a sacar la mezcla restante y la cal pegada en las paredes del tanque y se colectan en un recipiente, cuyo contenido se identifica como líquido

residual. Posteriormente se procede a filtrar las mezclas con la ayuda de los embudos, papel filtro sostenidos en el banco como se observa en la figura 4.1. Se secan a una temperatura de 60°C durante un periodo de 24 hrs, se registra el peso de cada muestra y submuestras, obteniendo los datos necesarios de la prueba se procede a determinar la concentración de cal en la mezcla preparada g/L para ello se utiliza la ecuación número 3.1 del apartado de materiales y métodos. Dicha operación se realiza dividiendo la cantidad de cal mezclada entre la capacidad en litros del tanque del aspersor, dando como resultado 20 g/l.

$$C_{MP} = \frac{8000 \text{ g}}{400 \text{ L}} = 20 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Ec. 3.1.

Obteniendo el peso de las muestras ya secas se determina la concentración de cal en la muestra colectada (g/200 ml) con la ecuación 3.2. Esto se realiza multiplicando el numero de muestras entre el promedio de las tres submuestras como se detalla en la siguiente formula.

$$C_{MC} = (C_{CAL}) \cdot \text{g/200ml.}$$

Ec. 3.2.

$$M_1 = 5(0.566) = 2.833 \text{ g/200ml.}$$

$$M_2 = 5(0.6) = 3.0 \text{ g/200ml.}$$

$$M_3 = 5(0.633) = 3.165 \text{ g/200ml.}$$

$$M_4 = 5(0.666) = 3.333 \text{ g/200ml.}$$

$$M_5 = 5(0.666) = 3.333 \text{ g/200ml.}$$

El siguiente cuadro presenta los resultados de las muestras y submuestras de la prueba; en primer lugar se procedió a enumerar el papel filtro, así como, a obtener el peso de cada uno, después de secar las muestra en el horno por 24 hrs se registro el peso del papel filtro mas la cal, obteniendo estos valores se pasa a obtener el peso de la cal y la concentración en g/L, con la ayuda de las ecuaciones antes mencionadas en el capítulo tres.



Fig. 4.4. Recolección de Muestras.

Cuadro 4.2 Registro de la concentración de la cal de las muestra y submuestras.

N. de Muestra.	Peso papel filtro + cal (g).	Peso papel filtro (g).	Peso de la cal (g).	Concentración obtenida (g/L).
1.1	6.6	6.0	0.6	15
1.2	6.5	6.0	0.5	12.5
1.3	6.6	6.0	0.6	15
PM	6.566	6.0	0.566	14.165
2.1	6.7	6.0	0.7	17.5
2.2	6.5	6.0	0.5	12.5
2.3	6.5	5.9	0.6	15
PM	6.566	5.966	0.6	15
3.1	6.7	6.1	0.6	15
3.2	6.6	6.0	0.6	15
3.3	6.6	5.9	0.7	17.5
PM	6.633	6.0	0.633	15.825
4.1	6.6	5.9	0.7	17.5
4.2	6.6	6.0	0.6	15
4.3	6.7	6.0	0.7	17.5
PM	6.633	5.966	0.666	16.666
5.1	6.7	6.0	0.7	17.5
5.2	6.6	5.9	0.7	17.5
5.3	6.6	6.0	0.6	15
PM	6.633	5.966	0.666	16.666

Así mismo, como se realizó en la etapa anterior, se determina la concentración de la cal residual tanto del tanque donde se realizó la mezcla, como del tanque del pulverizador obteniendo los resultados siguientes.

Concentración de cal residual.

$$M_{T100L} = 5(10) = 50 \text{ g/200ml.}$$

$$M_{ASPER} = 5(7) = 35 \text{ g/200ml.}$$

Cuadro 4.3 Registro de la concentración de cal residual de las muestras y submuestras.

N. de Muestra.	Peso (papel filtro + cal) (g).	Peso (papel filtro) (g).	Peso de la cal (g).	Concentración obtenida (g/4.5L).
T1	15.0	6.0	9	1012.5
T2	18.0	6.0	12	1350
T3	15.0	6.0	9	1012.5
PM	16.0	6.0	10	1125

N. de Muestra.	Peso (papel filtro + cal) (g).	Peso (papel filtro) (g).	Peso de la cal (g).	Concentración obtenida (g/3.5L).
TA1	13.0	6.0	7	612.5
TA2	14.1	6.1	8	700
TA3	12.0	6.0	6	525
PM	13.033	6.033	7	612.5

La cantidad de cal residual en (kg), es la mezcla sobrante en el fondo del tanque del pulverizador; es obtenida al final de la pulverización cuando las boquillas dejan de funcionar adecuadamente y empiezan a mandar aire obteniendo una cantidad de 0.6125 Kg en el fondo del tanque del equipo pulverizador.



Fig. 4.5. Cantidad de Cal Residual del Pulverizador.

La siguiente etapa de dicha prueba es calcular la desviación estándar del promedio de las muestras, el siguiente cuadro muestra el procedimiento que se realizó para obtener dicha desviación estándar. En primer lugar se registra la concentración de cal de cada muestra ya obtenida anteriormente con la fórmula 3.2. Se procede a obtener la media y mediana de los datos registrados, esto se realiza como requisito para obtener la desviación estándar de las muestras ya mencionadas.

Cuadro 4.4 Desviación estándar de las 5 muestras.

Nº de Muestra	X= g/200ml.	X²
M1	2.833	8.025
M2	3.0	9
M3	3.165	10.017
M4	3.333	11.108
M5	3.333	11.108
X Total= 15.664		
Media= 3.132		X ² Total= 49.258
Mediana= 3.165		

Al obtener los datos antes descritos se calcula la varianza con la siguiente formula, obteniendo el valor de 0.0465 como se muestra en la siguiente formula.

Varianza:

$$S^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}$$

$$S^2 = \frac{5(49.258) - (15.664)^2}{5(4)} = 0.0465$$

Registrando el resultado de la varianza se determina la raíz cuadrada a dicho valor, dando como resultado 0.215, este valor se encuentra en el rango aceptado por la metodología propuesta por el CENEMA.

Desviación estándar.

$$\sqrt{S^2} = \sqrt{0.0465} = 0.215$$

Al realizar las etapas anteriores como lo describe la metodología propuesta por el CENEMA, se determina el coeficiente de variación de la concentración de cal en (%). Este valor resulta de la división de la varianza entre la media multiplicado por 100 para obtener el valor en por ciento, dicho resultado es como se muestra en las siguiente formula.

$$\frac{S}{\bar{x}} 100 = \frac{0.215}{3.165} 100 = 0.067 = 6.793\%.$$

Este valor obtenido se encuentra en el rango propuesto por la metodología, no debe exceder a un 10%.

La última etapa de la prueba de eficiencia del agitador es obtener la desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas en %.

Esto resulta sustituyendo los valores ya obtenidos anteriormente en la fórmula 3.3 descrita en el apartado de materiales y métodos.

$$D_{EC} = \left[1 - \left(\frac{C_{MC}}{C_{MP}} \right) \right] 100 =$$

$$D_{EC} = \left[1 - \left(\frac{15.664 \text{ g/L}}{20 \text{ g/L}} \right) \right] 100 = 21.7\%$$

Es importante mencionar que los datos obtenidos en esta prueba varían en un mínimo con los valores especificados en la metodología propuesta por el CENEMA, principalmente al obtener el porcentaje de desviación entre la muestra preparada y la muestra obtenida, no debe ser mayor ni menor al 20%, dicha prueba registra el 21.7% sobrepasando el valor cerca del 2%. Al analizar detalladamente, se llegó a la conclusión, de que los materiales de

laboratorio con que cuenta el departamento de Maquinaria Agrícola no tienen una calibración vigente, ya que es de suma importancia tenerlo para poder realizar las diferentes pruebas que describe la metodología.

Otro de los factores que se tienen que contemplar en estas pruebas es diseñar un agitador mecánico capaz de mezclar la cantidad de 100 L de agua con cal y mantenerla homogénea hasta su vaciado al tanque del pulverizador, ya que la densidad de la cal es de 3300kg/m^3 ; 3.3g/cm^3 , y tiende a asentarse en el fondo del recipiente.

Cuadro 4.5 Promedio de la concentración de cal en las muestras.

Núm. De Muestras.	Concentración promedio (g/L).	Tiempo transcurrido (min).	% de desviación entre la muestra preparada y la muestra obtenida.
1	14.165	0.5	29.2
2	15	5.0	25
3	15.825	10.0	20.9
4	16.666	15.0	16.7
5	16.666	16.53	16.7
PM	15.6644	9.406	21.7
DS	0.215		
CV	0.067		

Grafica de Concentración Promedio de las Muestras.

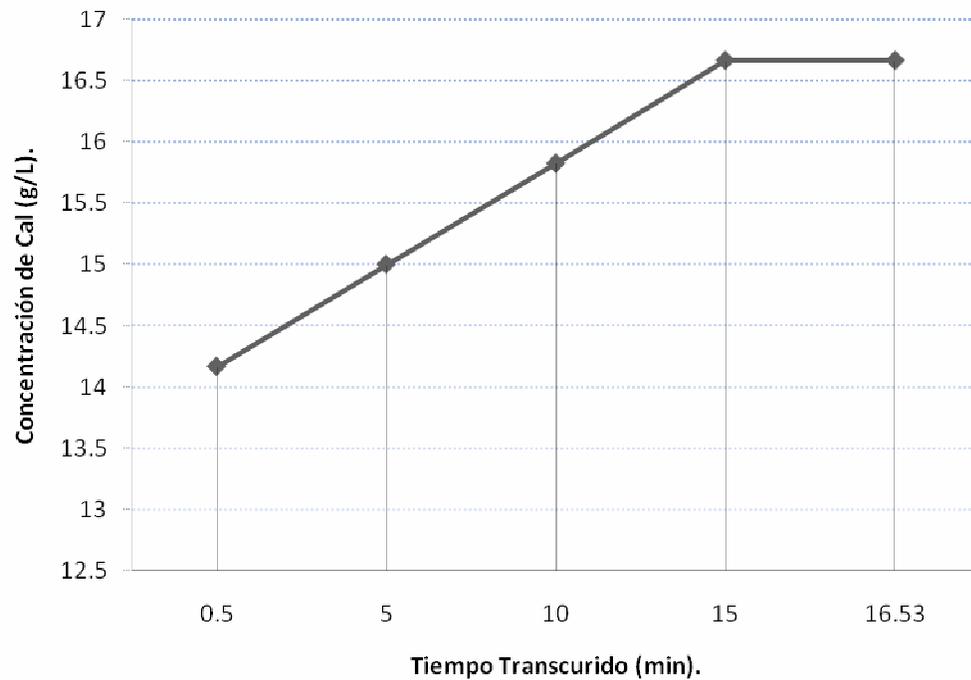


Fig. 4.6. Representación de la concentración promedio de cal de las muestras a diferentes intervalos de tiempo.

4.3 Resultados de Prueba II. Desplazamiento en Carretera.

Para realizar la prueba de desplazamiento en carretera se diseñaron dos obstáculos con el propósito de simular las condiciones en que se encuentran los caminos de terracería donde transita el pulverizador modelo 800.009 marca SWISSMEX. Los obstáculos fueron fabricados con madera sólida teniendo las siguientes medidas como lo muestra la figura 4.7. y 4.8.

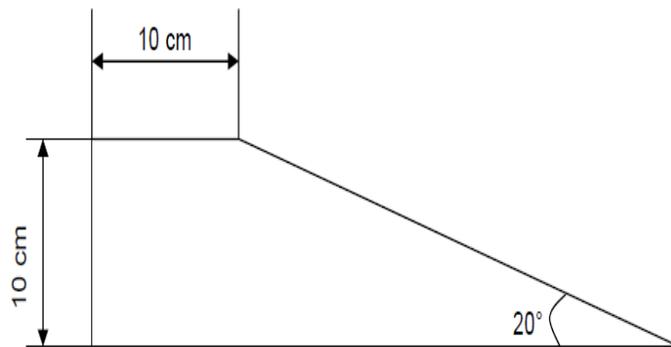


Fig. 4.7. Diseño del Obstáculo.



Fig. 4.8. Trazo de pista con obstáculos.

El siguiente paso que se realizó en esta prueba, fue marcar la pista en un terreno nivelado y compactado con las medidas especificadas en el capítulo de materiales y métodos como muestra la siguiente figura 4.9.



Fig. 4.9. Trazo de Pista de Prueba.

Posteriormente al tener la pista marcada en el terreno y el llenado del tanque del pulverizador hasta su máximo nivel de agua, se procede a realizar tres recorridos antes de iniciar la prueba, esto con el fin de calibrar la velocidad de 7Km/h permitiendo una variación de $\pm 5\%$. Se llega a la conclusión de que la unidad deberá realizar el recorrido a las 1400 rpm, teniendo la posición de la palanca principal en alta y la secundaria con marcha en segunda. Se realiza los recorridos de la unidad obteniendo los siguientes resultados el primer recorrido registra un tiempo de 15.1s con una velocidad de desplazamiento de 7.152Km/h, el segundo recorrido 15.5s con una velocidad de 6.967Km/h y el tercer y último recorrido registra un tiempo de 16.1s con una velocidad de 6.708 Km/h. cuadro 4.6.



Fig. 4.10. Recorrido de la Unidad.
Cuadro 4.6 registro de los recorridos.

Punto de estudio	Recorrido 1	Recorrido 2	Recorrido 3
Tiempo que dura el recorrido (S).	15.1	15.5	16.1
Velocidad de desplazamiento (km/h)	7.152	6.967	6.708

Los defectos que se registraron en las partes del pulverizador en esta prueba de desplazamiento en carretera fueron mínimos, solo se presentan defectos en los aguillones laterales, presentan inestabilidad a la hora de pasar por los obstáculos como se muestra en la siguiente figura 4.11.



Fig. 4.11. Defecto en Aguilones Laterales.

V. CONCLUSIÓN.

En el presente trabajo se cumplieron las expectativas planteadas en los objetivos, ya que se logró evaluar la aspersora en dos pruebas de la norma NMX-O-179-SCFI-2002, además de utilizar el procedimiento de prueba propuesto por el Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola correspondiente a:

- Prueba de Eficiencia del Agitador.
- Prueba de Desplazamiento en Carretera.

5.1 Conclusión de Prueba de Eficiencia del Agitador.

El pulverizador tipo ligero modelo 880.009 marca SWISSMEX cumple con las especificaciones mínimas de calidad que se indican en la norma NMX-O-179-SCFI-2002, ya que se obtuvo una concentración promedio de 15.6644 g/L es decir una eficiencia del agitador de 78.322% y la norma establece una concentración promedio de cal de 20 g/L.

Con respecto a las especificaciones de calidad que establece la norma para aprobar la evaluación del buen funcionamiento del pulverizador, se indica que la cantidad de cal en el líquido residual y asentada en el fondo del tanque en nuestro caso no sobrepasó el 15%, con respecto al coeficiente de

variación de la concentración de cal en las muestras colectadas registro el 6.86%, y para este indicador la norma establece no sobrepasar el 10%.

5.2 Conclusión de Prueba de Desplazamiento en Carretera.

El pulverizador modelo 880.009 cumple con los aspectos que menciona la norma NMX-O-179-SCFI-2002, obteniendo alta durabilidad de las piezas que lo conforman a la hora de transitar por terracería o caminos en malas condiciones. Dicha prueba no registró ningún desperfecto en los componentes que conforman el pulverizador.

Como conclusión general podemos mencionar que el trabajo se realizó con éxito, y que la aspersiona cumple con las indicaciones de la norma en un 78.322%, de las pruebas realizadas.

Cabe destacar que el pulverizador marca SWISSMEX modelo 800.009 es un equipo que cumple con los requerimientos de calidad de operación rendimiento, durabilidad en los componentes, desempeño, facilidad y desempeño que la metodología describe, cumpliendo satisfactoriamente con las pruebas realizadas.

VI. LITERATURA CITADA

1. Aguilar Romo M., 2002. "Publicaciones de Normas Vigentes. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Economía". México.(Documentoweb).<http://www.Japón.org.mx/public/content/JICA.pdf>(Consultada el 15 de febrero del 2003).
2. Lara López Arturo., 2000. situación de la mecanización agrícola en México. Memorias del CLIA 2000 (Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola).
3. Bowen, J.E. 1990. Calibración del equipo aplicador de plaguicidas. Agricultura de las Américas, pp. 21-26.
4. (Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).
5. Eng, O. K., Omar, D., and McAuliffe, D. 1999. Improving the quality of herbicide applications to oil palm in Malaysia using the CFValve-a constant flow valve. Crop Protection 18: 605-607.
6. FAO, 2000. "Guías sobre requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas" (documento web). S/F. http://www.fao.org/ag/AGS/Agse/guide_sp/cvo12.htm

7. H. Azimi, T. G. Carpenter, D. L. Reichard., 1985. Nozzle Spray Distribution for Pesticide Application. Transaction of the ASAE. Vol. 28. (5-6): Pag: 1410-1414.
8. Hoyos F.G., Sánchez V.F., Jiménez R.R. Aragón R, A., Ocho B.J., Torres S.J., 2001. Impacto del programa de mecanización de alianza para el campo en el mercado de maquinaria agrícola en México. Memorias XI congreso nacional de ingeniería Agrícola, campo experimental del valle de México, Chapingo México.
9. M. Bogliani, G. Masiá, J. Smith, 2000. Boom Spray Nozzle Crossing Influence Over Spray Distribution. Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería Agrícola (CLIA 2000), X Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola (AMIA 2000).
10. Ortiz-Cañavate J. Y Hernández J. L. 1989. técnicas de mecanización agrícola. Ed. Mindi-Prensa. 3ª edición.
11. Schumacher, E. F. 1974. Small is Beautiful. London. Abacus. Yanelly Espinoza-Lárraga¹. Eugenio Ramanchik K². 2001. Avances de la maquinaria agrícola de presión. Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería Agrícola (CLIA 2000), X Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola (AMIA 2000).
12. Secretaria de economía., 2002 Vigente. Anteproyecto-NMX- (Tractores, implementos y maquinaria agrícola – Aspersiones tipo aguilón de tracción mecánica, accionada por la toma de potencia del tractor.- especificaciones y método de prueba). Dirección general de normas.

13. Smith D. W., Sims D. G., 1990. procedimiento para evaluación de aspersoras de campo. Evaluación de técnicas de equipos para pequeños productores. Manual técnico-practico. Programa de cooperación técnico México-Gran Bretaña. 1-14 Pág.

14. Spraying Systems, 2003. Guia de selección de boquillas de aspersion, (Documento web) http://www.teejet.com/techcent / broad_sel.htm.

15. Zavala Moreno Raúl¹, Aguilera Cortés L. Antonio¹, Serwatowski Ryszard². 2000. metodología para la evaluación y pruebas de equipos de pulverización hidráulica en países en vías de desarrollo. Memorias del CLIA 2000 (Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola).

ANEXOS

A-1

Formato de registro para la Prueba de Funcionamiento del Agitador, Información de los instrumentos utilizados en las pruebas y diseño del banco.

Formato de Registro para la Prueba de Funcionamiento del Agitador.

Fecha:	27 de Febrero del 2009.
Capacidad del depósito (L).	400
Presión de la bomba (MPa).	3.99852
Dosis de la boquilla (L/min).	0.65
Cantidad de cal (kg).	8
Cantidad de cal asentada en el recipiente y no vertida al depósito (kg).	4.5
Duración planeada para la pulverización (min).	15
Duración real de la pulverización (min).	17.23
Concentración preparada de la mezcla de prueba (g/L).	20
Mezcla sobrante en el depósito (kg).	3.5
Cantidad de cal sobrante (asentada en el fondo del depósito y del líquido sobrante (kg).	0.6125

Formato de Registro de Temperatura del Agua.

Temperatura ambiente.	Inicial	°C= 22	Final	°C= 19
Temperatura del agua.	Inicial	°C= 21	Final	°C= 21
Presión en la cámara de pulsaciones.		0.7034 MPa		102 psi

Formato de los Instrumentos Utilizados en la Prueba de Eficiencia del Agitador.

Instrumento	Tipo	Modelo	Núm. De serie.	Ubicación	Calibración vigente		
					S i	N o	Incertidumbre
Cinta Métrica	Flexometro	..... .....	B122064	L. Mecánica de suelos			
Báscula	Electrónica	..... .....	..... ..... .....	L. Mecánica de suelos			
Cronómetro	Digitales.	..... .....	150682W LBTM	L. Mecánica de suelos			
Pipeta	Graduada	..... .....	37020	L. Mecánica de suelos			
Horno	Alta T°C	..... .....	..... ..... .....	L. Mecánica de suelos			
Termómetro	Mercurio	..... .....	..... ..... .....	L. Mecánica de suelos			

Marcar con una ■ si el instrumento cuenta con calibración vigente o no.

Nombre

Firma

Elaboró. Honorio Morales Hernández. _____

Revisó. José Guadalupe Luna Pérez. _____

Aprobó. M.C. B. Elizabeth de la Peña Casas. _____

A-2

Formato de registro para la Prueba de Desplazamiento en Carretera, Información de los instrumentos utilizados en las pruebas y diseño del banco.

Formatos de Registro para la Prueba de Desplazamiento en Carretera con Obstáculos.

Fecha: 27 de Febrero del 2009.

Evaluadores. José Guadalupe Luna Pérez.

Honorio Morales Hernández.

Oscar Álvarez Sánchez.

Paul Gómez López.

Formato de Ajustes y Condiciones de las Pruebas.

Aspersora	Cantidad de agua en el tanque (L).	400
	Posición de la palanca principal.	Alta
Calibración del tractor.	Posición de la palanca secundaria.	2
	Frecuencia de rotación en el acelerador (r/min)	1400

Formato de los Instrumentos Utilizados en la Prueba de Desplazamiento en Carretera.

Instrumento	Tipo	Modelo	Núm. De serie.	Ubicación	Calibración vigente		
					S i	N o	Incertidumbre
Cinta Métrica	Flexometro	..... .....	B122064	L. Mecánica de suelos			
Balizas	L. Topográfico	..... .....	..... ..... .....	L. Mecánica de suelos			
Cronómetro	Digitales.	..... .....	150682W LBTM	L. Mecánica de suelos			

Marcar con una ■ si el instrumento cuenta con calibración vigente o no.

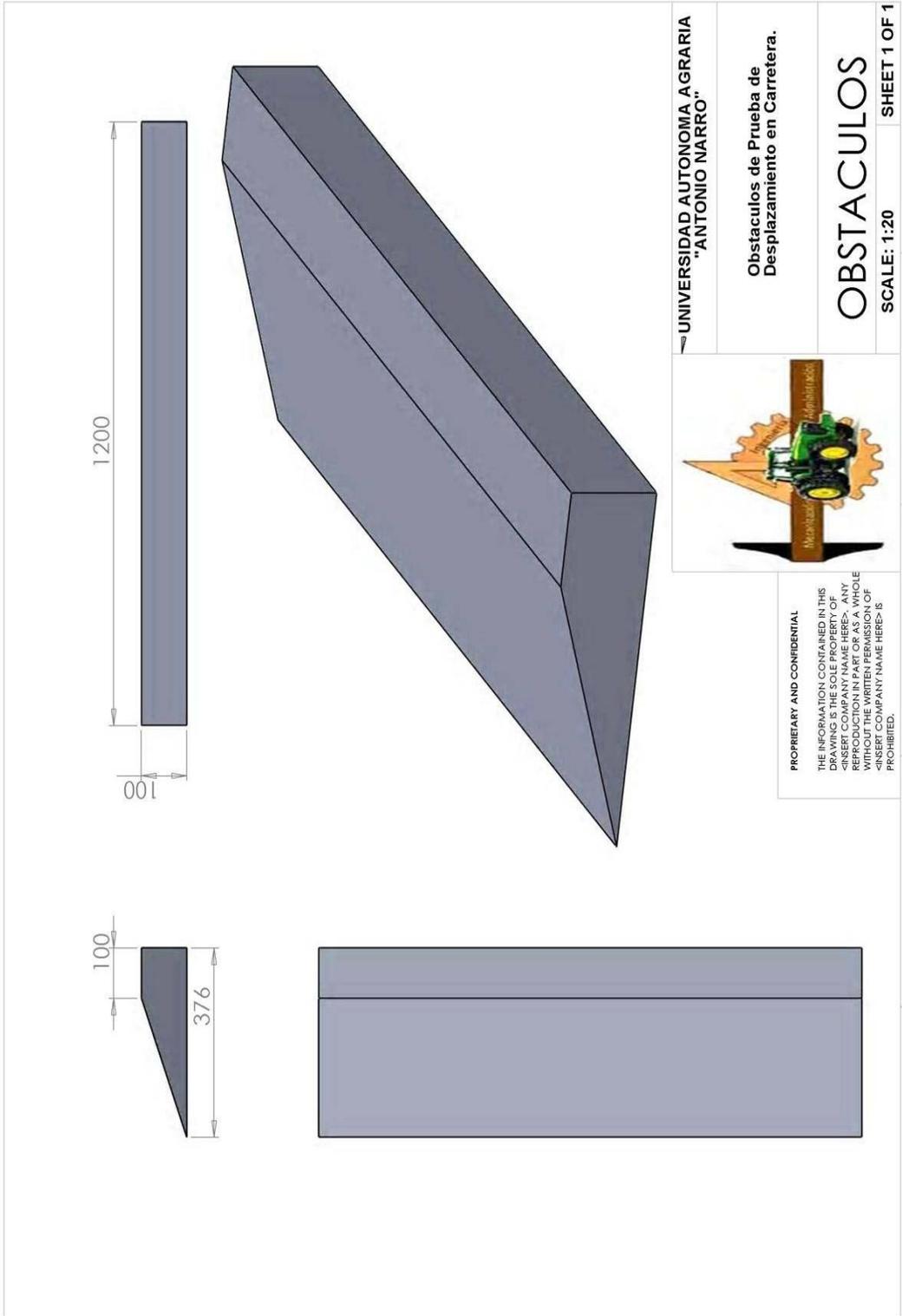
Nombre

Firma

Elaboró. Honorio Morales Hernández.

Revisó. José Guadalupe Luna Pérez.

Aprobó. M.C. B. Elizabeth de la Peña Casas.

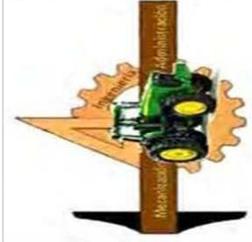


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

Obstaculos de Prueba de
Desplazamiento en Carretera.

OBSTACULOS

SCALE: 1:20 SHEET 1 OF 1



PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS
DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO". IT IS TO BE USED ONLY
FOR THE PROJECT AND FOR THE SPECIFIC
REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO".
-INSERT COMPANY NAME HERE- IS
PROHIBITED.

1 2 3 4 5

A-3

Tablas de caudales y volúmenes de aplicación. Puntas de Abanico Plano. Puntas de cono Hueco.

Puntas de Abanico Plano.

Cuadro 2.11. De Caudales y volúmenes.

1bar= 14.504 psi.

Punta Filtro	Presión bar	Caudal L/min	L/ha									
			4	5	6	7	8	9	10	12		
1102.01 Malla 100	2	0.33	98	78	65	56	49	44	39	33		
	3	0.40	120	96	80	69	60	53	48	40		
	4	0.46	138	111	92	79	69	62	55	46		
	5	0.52	156	124	101	89	78	69	62	52		
	2	0.65	196	157	131	112	98	87	78	65		
1102.02 Malla 50	3	0.80	240	192	160	137	120	107	96	80		
	4	0.92	278	222	185	158	139	123	111	92		
	5	1.03	309	247	206	176	154	137	123	103		
1102.03 Malla 50	2	0.98	294	235	196	168	147	131	118	98		
	3	1.20	360	288	240	206	180	160	144	121		
	4	1.39	416	333	277	238	208	185	166	139		
	5	1.55	465	372	310	265	232	206	186	152		
	2	1.31	392	314	261	224	196	174	157	131		
1102.04 Malla 50	3	1.60	480	384	320	274	240	213	192	160		
	4	1.85	556	443	370	317	277	246	222	185		
	5	2.06	618	494	412	352	308	274	246	206		

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>.)

Puntas de Cono Hueco.

Cuadro 2.12. De caudales y Volúmenes.

Punta Filtro	Presión bar	Caudal L/min	Kilómetros por Hora.									
			4	5	6	7	8	9	10	12		
1029.0075 Malla 100	3	0.30	90	72	60	51	45	40	36	30		
	4	0.35	104	83	69	59	52	46	42	35		
	5	0.39	117	94	78	67	58	52	47	39		
	6	0.42	128	102	85	73	64	57	51	42		
	7	0.46	138	110	92	78	69	61	55	46		
	8	0.49	146	118	98	84	73	65	59	49		
	10	0.55	164	131	110	94	82	73	66	55		
	12	0.60	180	144	120	103	90	80	72	60		
	15	0.67	201	160	134	114	100	89	80	67		
	1029.01 Malla 100	3	0.40	126	96	80	69	60	53	40	40	
		4	0.46	138	111	92	79	69	62	55	46	
		5	0.52	156	124	104	89	78	69	62	52	
		6	0.57	170	136	113	97	85	75	68	57	
		7	0.61	183	146	122	104	91	81	73	61	
		8	0.65	196	157	131	1112	98	87	78	65	
10		0.73	219	175	146	125	109	97	87	73		
12		0.80	240	192	160	137	120	107	96	80		
15		0.89	267	213	178	152	133	118	107	89		

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>)

Puntas de Cono Hueco.

Cuadro 2.13. De Caudal y Volúmenes.

Punta Filtro	Presión bar	Caudal L/min	Kilómetros por Hora.									
			4	5	6	7	8	9	10	12		
1029.015 Malla 50	3	0.60	180	144	120	103	90	80	72	60		
	4	0.69	208	166	139	119	104	92	83	69		
	5	0.77	231	184	154	132	115	102	92	77		
	6	0.85	254	204	170	145	127	113	102	85		
	7	0.92	276	220	184	157	138	122	110	92		
	8	0.98	294	235	196	168	147	131	118	98		
	10	1.10	328	263	219	188	164	146	131	110		
	12	1.20	360	288	240	206	180	160	144	120		
1029.02 Malla 50	15	1.34	402	321	268	229	201	178	161	134		
	3	0.80	240	192	160	137	120	107	96	80		
	4	0.91	274	219	182	156	137	122	109	91		
	5	1.03	309	247	206	176	154	137	124	103		
	6	1.12	336	268	223	192	168	149	134	112		
	7	1.22	366	293	244	209	183	163	146	122		
	8	1.29	388	310	258	221	194	172	155	129		
	10	1.44	432	346	288	247	216	192	173	144		
12	1.58	474	379	316	271	237	211	190	158			
15	1.79	537	430	358	306	268	238	215	179			

(Cosechadoras Fertilizadoras. Sprayers Soil Injectors Hay Rakes Fertilizer Spreaders. <http://www.swissmex.com.mx/>).