



33 2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**Funcionamiento, Calibración y
Mantenimiento de los Equipos de
Aspersión de Productos
Agroquímicos**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T e s i s

Que para obtener el Título de :

INGENIERO AGRICOLA

P r e s e n t a n :

Arturo Pazarán Saavedra

Isidro Rivera Olvera

DIRECTOR DE TESIS: ING. EDUARDO GARCÍA DE LA ROSA

1990





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pag.
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	4
2. Revisión de literatura	5
2.1 Antecedentes e importancia de los aspersores	5
2.2 Clasificación de equipos de aspersión	10
2.3 Partes de un aspersor de agroquímicos	14
2.3.1 Depósito o tanque	14
2.3.2 Bomba	16
2.3.3 Barras de aspersión y válvulas de control de presión	24
2.3.4 Boquillas	24
2.3.5 Accesorios auxiliares y conductos	29
2.4 Equipos de aspersión terrestre	30
2.4.1 Funcionamiento de mochilas aspersoras	30
2.4.1.1 Calibración de aspersoras de mochila	34
2.4.1.2 Mantenimiento y seguridad de mochilas aspersoras	36
2.4.2 Funcionamiento de aspersores electrodinámicos	37
2.4.2.1 Calibración de aspersores electrodinámicos	41
2.4.2.2 Mantenimiento y seguridad de aspersores electrodinámicos ...	43
2.4.3 Funcionamiento del aspersor acoplado al tractor	45
2.4.3.1 Calibración del aspersor acoplado al tractor	50
2.4.3.1.1 Colocación de boquillas en el aguilón	53

	Pag.
2.4.3.2 Mantenimiento y seguridad del aspersor acoplado al tractor .	56
2.5 Equipos de aspersión aérea	58
2.5.1 Tipos de aeronaves	58
2.5.1.1 Equipos de ala fija	59
2.5.1.2 Equipos de ala móvil	61
2.5.3 Calibración	65
2.5.3.1 Calibración de un atomizador micronair	66
2.5.4. Mantenimiento y seguridad de aspersores aéreos	73
2.6 Eficiencia de campo en aspersores	74
3 Conclusiones y recomendaciones	77
Anexos	80
Glosario	84
Simbología	90
Tabla de conversión de unidades	93
Bibliografía	94

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS

	Pag.
Fig. 1 Bomba de pistón	17
Fig. 2 Bomba de diafragma	18
Fig. 3 Bomba de engranes	20
Fig. 4 Bomba de rodillos	20
Fig. 5 Bomba de paletas o aspas deslizantes	21
Fig. 6 Bomba centrífuga	22
Fig. 7 Gráfica de rendimientos de bombas	23
Fig. 8 Clave de identificación de horquillas	26
Fig. 9 Atomizador rotatorio (gota controlada)	27
Fig. 10 Atomizador micronair	28
Fig. 11 Aspersor de mochila con pistón	31
Fig. 12 Aspersor de mochila de motor	33
Fig. 13 Aspersor electrodinámico	39
Fig. 14 Aspersor electrodinámico con depósito modificado	40
Fig. 15 Barra de tiro corriente	46
Fig. 16 Barra de tiro de oscilación amplia	47
Fig. 17 Enganche 3 puntos (integral)	47
Fig. 18 Enganche 2 puntos (semi-integral)	48
Fig. 19 Aspersor acoplado al tractor	51
Fig. 20 Colocación de boquillas en el aguilón	53
Fig. 21 Montaje de un aspersor aéreo	64
Fig. 22 Gráfica de calibración de micronair	70

Fig. 23	Gráfica de velocidad de rotación de micronair	71
Fig. 24	Gráfica de velocidad de rotación micronair (helicóptero).	72
Cuadro 1	Tipos de aspersores	12
Cuadro 2	Volumenes de aplicación	13
Cuadro 3	Capacidad de depósitos	15
Cuadro 4	Tipos de bombas	16
Cuadro 5	Tipos de hoquillas	25
Cuadro 6	Calibración del aspersor electrodinámico	42
Cuadro 7	Volúmenes de aplicación con aspersor electrodinámico	43
Cuadro 8	Categorías de enganches	49
Cuadro 9	Volúmenes de aspersión de atomizadores rotatorios (gota - controlada)	55
Cuadro 10	Aeronaves de ala fija	60
Cuadro 11	Aeronaves de la móvil	62
Cuadro 12	Velocidades y ancho de faja	67
Cuadro 13	Calibración para placa restrictora	69

1. INTRODUCCION.

La evolución de la tecnología hacia el ámbito agrícola, ha generado el desarrollo de métodos específicos para proteger los cultivos de agentes fitopatógenos (insectos, malezas, etc.).

A pesar de ello, las plantas cultivadas están expuestas al medio ambiente y enemigos naturales que les causan daños, llegando a establecerse en los cultivos en forma de plaga que puede llegar a provocar la pérdida total del producto por cosechar.

La prevención de la infestación debe ser practicada continuamente, ya que de lo contrario, cualquier medida de control será poco efectiva una vez avanzado el problema fitosanitario.

Para lograr un mejor control de los agentes nocivos, es necesario complementar métodos de combate no químicos (físicos, biológicos, etc.), con el uso de sustancias tóxicas para el agente fitopatógeno, estableciendo un control integral, con el que se puedan mejorar las condiciones para el desarrollo de las plantas que pueden ser más susceptibles cuando se emplean métodos separados o independientes.

El empleo de sustancias químicas para el control de plagas, ha diversificado la producción de equipos y aparatos para la aplicación de aquellas. Estos ayudan a reducir los riesgos de posible contaminación e intoxicación durante

el uso de productos agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.).

En consecuencia, se hace necesario incluir en la maquinaria agrícola equipos que sean capaces de distribuir cada vez con mayor eficacia, sustancias químicas, en términos de protección, uniformidad y dosificación adecuada, garantizando un cubrimiento sin riesgo para el usuario.

En la actualidad existen equipos aplicadores de productos agroquímicos tales como:

Aspersores.- Distribuyen sustancias químicas en formulaciones líquidas.

Espolvoreadores.- Aplican sustancias en formulaciones sólidas.

En el presente estudio hacemos referencia únicamente a los equipos de aspersión o aspersores, por ser los que se utilizan con mayor frecuencia en la -- práctica agrícola en nuestro país.

El principio de funcionamiento de los aspersores, es el de fraccionar productos líquidos en partículas muy finas formando pequeñas gotas que se distribuyen con uniformidad en una superficie dada.

De lo anterior, un equipo aplicador (aspersor) es igual de importante como los productos agroquímicos que sean utilizados, por lo que todo el programa de combate de plagas, debe incluir el uso de aquellos utilizando los métodos de aplicación así como la planeación de las medidas de seguridad correspondientes.

En resumen, el usuario debe por tanto conocer la diversidad de equipos y seleccionar los más apropiados en términos de utilidad y funcionamiento, así como de materiales de fabricación, adecuándolo a sus necesidades.

El presente trabajo tiene la intención de dar a conocer algunos de los equipos aspersores más comúnmente utilizados en diversos tratamientos, haciendo referencia principalmente a aspectos de funcionamiento, calibración y mantenimiento; así como de mencionar reglas de seguridad para el uso de esta clase de equipos. Se espera contribuir a que los equipos de aspersión de productos agroquímicos sean mejor aprovechados haciéndolos más eficientes y en consecuencia rentables para el usuario.

1.1 OBJETIVOS

Describir el funcionamiento y características generales de los equipos y máquinas de aspersión más comúnmente utilizados en la aplicación de productos agroquímicos.

Describir los métodos de calibración, reglas de seguridad y mantenimiento de los equipos de aspersión de agroquímicos.

Proporcionar información básica general del funcionamiento, calibración y mantenimiento de los equipos de aspersión como apoyo académico y guía de asesoramiento práctico en el área agrícola.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Antecedentes e importancia de los aspersores.

El combate de plagas que provocan daños a las plantas cultivadas, es una necesidad para evitar pérdidas y elevar la calidad de los productos cosechados, - así como de incrementar su rendimiento.

Un medio importante para el control de agentes nocivos en la agricultura, es la aplicación de sustancias químicas tóxicas para los agentes patógenos con - equipos aspersores, con los que se pueden aplicar insecticidas, herbicidas o cualquier agroquímico en formulación líquida.

El diseño de ésta clase de equipos, se basa en experiencias previas al desarrollo vegetativo de las plantas, así como de las condiciones agronómicas que son necesarias para su cultivo, en términos de desarrollo y crecimiento. 12/

El objetivo de un aspersor de agroquímicos, es el de transformar los líquidos - en pequeñas gotas, distribuyéndolas en una superficie determinada de manera - uniforme. Por lo que se han diseñado equipos aspersores que se utilizan a escalas determinadas, desde una maceta con flores hasta grandes extensiones de -- producción agrícola. Por lo que el buen uso de un aspersor será trascenden-- tal en los resultados finales de los tratamientos y de poco servirá el empleo de un buen agroquímico mal aplicado. 17/

La evolución de equipos y máquinas para la protección de cultivos agrícolas - tiene una antigüedad de más de 100 años, las primeras aplicaciones se realiza-- ron con una vasija de metal para la generación de gas fumigante. Esta es sus

tituida posteriormente por una marmita (olla de metal con asas y tapadera) para el mismo fin.

Las primeras aplicaciones con productos químicos en formulaciones líquidas, se realizaron con mochilas de aspersión de acción manual, que estaban provistas de un boquereel o emisor (boquilla) y una bomba de émbolo que era manipulada y transportada por una persona. Posteriormente, en el año de 1858, la Ramsey and Company de E.U.A., desarrolló una boquilla a la que le llamó de "abánico" por esparcir el líquido formando un ángulo durante la distribución de los productos y expandiéndose hasta formar un ángulo de rocío, incrementando la franja de cubrimientos.

A dichos boquereles se les conoció como boquillas graduables de flujo, por descargar una cantidad de líquido de manera regulable. Mediante una punta de metal que aumentaba o reducía el ángulo de salida.

El descubrimiento de un insecticida llamado "verde de París" en los años de 1870 y 1880, dio impulso al uso de mochilas aspersoras para combatir a la catarinita de la papa donde se utilizó un boquereel de orificio central y otro de corriente de sólidos, éste último no producía un ángulo sino un "chorro" muy fino.

Para 1880, un científico llamado Bernard Williams trabajando en el control del gusano medidor de la hoja del algodón, en el estado de Alabama, diseñó el boquereel tipo ciclón con el que se obtenían cubrimientos con mayor rapidez y rocíos muy finos. 13/

Los mecanismos y componentes de los aspersores siguieron evolucionando, hasta-

llegar a la primera bomba impelente que era operada manualmente, diseñada por John Deere, en los Gatos California.

Poco tiempo después, la Compañía Nixon and Neezle Machine de Dayton, Ohio di seña un aspersor que era movido por una máquina de vapor. 3 /

El primer aspersor de agroquímicos, que era movido sin necesidad de utilizar potencia humana se diseña en el año de 1887. Este funcionaba recibiendo la tracción de las ruedas de un carro arrastrado por caballos de tiro y las rue das se conectaban a la bomba de pistón del aspersor.

Con el uso del 2, 4-D (ácido diclorofenoxiacético) como herbicida para el combate de malezas en maíz, se comienza a hacer uso de aspersores de baja -- presión y poco volumen con el fin de evitar riesgos de alta contaminación al ser usada dicha sustancia en el sur de E.U.A.

Los primeros aspersores accionados con motores de combustión interna de gas o li na aparecen el año de 1910 y 1911, al mismo tiempo que se diseña la cámara de aire y el regulador de presión, logrando con esto un mejor control de los productos durante su distribución además de realizar cubrimientos más homogé neos durante su aplicación con equipos aspersores. 1 /

Probablemente uno de los adelantos más importantes, es el regulador de pre -- si ón hecho por la Sprayer Frud Company Aspert, New York, además de instru -- men tar la pistola de aspersión con la que se podría rociar cualquier parte - de las plantas, manipulada por un operador del equipo.

Posteriormente en el año de 1925, dicha compañía pone en el mercado un asper

sor que rociaba soplando una corriente de aire emitida por un fuelle. 19/

Durante los siguientes 13 años se utilizaron los equipos de aspersión sin -- cambio en algunos de sus componentes hasta que aparece en el mercado el primer aspersor de ráfaga de aire, probado en huertos frutícolas del Edo. de -- Florida. A este aspersor, se le conoció como speed sprayer (aspersión rápida), y funcionaba por medio de una hélice de aspas, que al girar hacían llegar con mayor precisión el líquido hasta las zonas más difíciles de los árboles.

En 1947 se diseñan otros tipos de aplicadores como los nebulizadores o productores de niebla que tenían una importancia principalmente en explotaciones de árboles frutales aunque en un principio se les dio un uso diferente, -- se utilizaron para el combate de la mariposa "gitana" con D.D.T (Dicloro Difeníl Tricloroetano) como insecticida. 26/

Con el desarrollo de tecnología orientada a controlar plagas perjudiciales -- con mayor rapidez, en 1922 se empieza a hacer uso de aeronaves militares obsoletas como aplicadores de productos agroquímicos, donde se utiliza arseniato de calcio para el combate del picudo del algodón en el sur de E.U.A., obteniéndose resultados favorables.

El uso de aeronaves para resolver problemas de infestaciones en zonas de producción agrícola, se hace más frecuente después de la segunda guerra mundial, donde una empresa de Nueva Zelanda, aprovecha los aviones sobrantes del conflicto.

Los equipos aéreos utilizados para aplicar productos agroquímicos en forma -- específica, se empiezan a fabricar en los años 50, con características pro--

pías de un aspersor, basandose en equipos de aspersión terrestre para su diseño. Posteriormente, se utilizan helicópteros con los que se podía penetrar en lugares en donde se carecía de una pista de aterrizaje. 9/

La efectividad de todo programa de aspersión va a depender en gran parte de una selección apropiada de los productos y de los equipos de aplicación, de aquí que es necesario implementarlos con métodos de seguridad y mantenimiento durante los tratamientos. 20/

2.2 CLASIFICACION DE EQUIPOS DE ASPERSION

2.2.1 Tipos de aspersores.

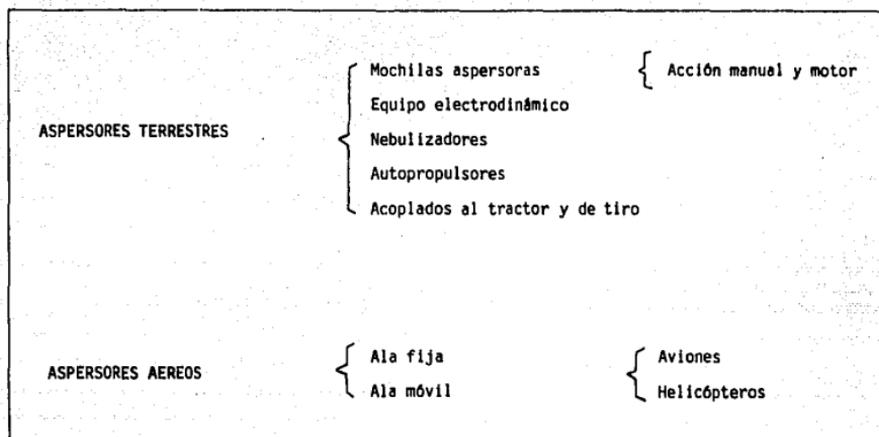
Los equipos de aspersión de agroquímicos utilizados en la agricultura, como un medio para la protección en cultivos contra agentes nocivos (insectos, malezas, etc.), han contribuido a elevar los rendimientos de las cosechas así como su calidad.

Como resultado de realizar un control efectivo de dichos agentes nocivos y reducir los grados de contaminación, a consecuencia del mal uso de sustancias químicas, se han diseñado equipos de aspersión y aplicadores de líquidos, que son utilizados en las diferentes etapas del desarrollo vegetativo de los cultivos, dándoseles diferentes formas y tamaños en función de las necesidades de los tratamientos.

En el cuadro No. 1 se muestran las diversas clases de aspersores, donde se observan las diferentes formas de tracción que puede ser: manual o motorizada.

Actualmente existen aspersores de acción aérea y terrestre. Los equipos terrestres aplican productos agroquímicos teniendo contacto directo con la superficie del terreno y los aéreos aplican las sustancias desde el aire. Entre los primeros los más comunes son: mochilas manuales y de motor, además de los acoplados al tractor agrícola y los carros aspersores arrastrados por animales de tiro. Otro tipo de aspersor terrestre son los nebulizadores, -- que si bien no son utilizados con mucha frecuencia, son muy útiles principalmente en huertos frutícolas.

Los equipos aéreos son de ala fija o aviones, siendo estos los más comúnmente utilizados. Otro tipo de aeronave utilizada como aspersor aéreo es el helicóptero de ala móvil.



CUADRO No. 1 Tipos de aspersores para diferentes volúmenes de aplicación y tratamientos con productos agroquímicos (herbicidas, ---- insecticidas, etc).

De lo anterior, los equipos de aspersión esparcen los productos líquidos, - fraccionándolos en pequeñas gotas de un tamaño adecuado para mejorar las -- condiciones de retención, penetración y permanencia en su objetivo. Por lo que la uniformidad y distribución del material aplicado, está en función -- del aspersor y el volumen recomendado, como se observa en el Cuadro No. 2.

TIPO DE APLICACION	VOLUMEN RECOMENDADO l/ha	POSIBLE TAMAÑO DE GOTAS EN μ
Alto volumen (AV)	mayor a 600	500
Volumen medio (VM)	201 - 600	400-500
Bajo volumen (BV)	5 - 200	200-400
Ultrabajo volumen (UBV)	menor a 5	menor a 100

CUADRO No. 2 Volúmenes de aplicación y tamaño de gota producida por el aspersor durante los -- tratamientos.

"Para que toda la superficie quede cubierta y no escapen organismos a la ac ción de los productos plaguicidas, se requiere menor cantidad de gotas -- por centímetro cuadrado, que después se moverán a los sitios en que tengan acción". (24)

De lo anterior, la cobertura varía en forma directa con el volumen de apli cación y en forma inversa con el tamaño de gota.

El tamaño de gota puede ser afectado durante la aspersión por diversos fac tores climáticos siendo los más importantes la deriva (por viento), la eva-

poración y la velocidad de caída. La deriva tiene mayor importancia cuando se realizan aspersiones con equipo aéreo, por lo que generalmente estos equipos se utilizan para aplicar volúmenes bajos, reduciéndose con esto la dispersión por viento.

La temperatura del medio afecta principalmente a la composición de los productos, degradándolos hasta perder su actividad tóxica para los seres nocivos.

La velocidad de caída influye en la distribución homogénea de los productos, así como de su dispersión en el aire donde al estar en contacto con la humedad relativa del ambiente, se puede reducir el tamaño de gota o retener a las más pequeñas.

2.3 PARTES DE UN ASPERSOR DE AGROQUIMICOS

2.3.1 Depósito o tanque.

Los aspersores de agroquímicos están provistos de un tanque o depósito de volumen variable. Su diseño es de varias formas (cilíndrica, cúbica, etc.), - construidos de materiales que son resistentes a la corrosión y abrasividad de las sustancias. Dichos materiales son: el acero galvanizado, bronce, polietileno de alta densidad o polypropileno, así como los plásticos (fibra de vidrio).

Las capacidades de los depósitos de los diferentes aspersores dependen del tipo de aspersor y volumen que éste puede aplicar. El Cuadro No. 3 muestra los tipos de aspersor y sus capacidades de alojamiento en el depósito.

La función del depósito es además de alojar el líquido en su interior, lo -- mantiene en su estado homogéneo y protege de esta manera a la bomba y los de más mecanismos.

TIPO DE ASPERSOR	CAPACIDAD PROMEDIO EN LITROS
Mochilas de aspersión (manuales y motor)	15 a 20
Electrodinámicos	7
Nebulizadores	250 a 1,500
Aspersor acoplado al tractor	250 a 1,800
Aspersores aéreos (avión o helicóptero)	250 a 600

CUADRO No. 3 Capacidad de los depósitos en aspersores agrícolas más comunes.

La agitación en el depósito puede ser en forma mecánica o hidráulica. La -- primera se realiza con una serie de paletas que pueden ser 2 o más de éstas. La acción del agitador puede ser manual (mochilas) o conectado a la toma de fuerza del tractor agrícola (aspersores acoplados).

Para la agitación hidráulica, se aprovecha la presión que se desarrolla en -- la bomba, conectando una línea de desahogo o directamente a la presión de la bomba. Con estos dos tipos de agitación se arrastran las partículas que se pueden sedimentar en el fondo o bien adherirse a las paredes del tanque.

La necesidad de realizar una agitación, está relacionada con la presentación de los productos, que pueden ser: emulsiones, suspensiones, polvos mojables, etc., que además de tener efectos corrosivos ocasionando desgaste del material de construcción del aspersor, evita una distribución irregular.

2.3.2 Bomba.

La bomba de un aspersor de agroquímicos, es el mecanismo más importante en el funcionamiento de un aspersor ya que suministra el fluido con fuerza para fraccionarse enviándolo a un gasto determinado de aspersión, la bomba transforma la energía mecánica en energía hidráulica útil para hacer circular el líquido, con una presión determinada.

Las bombas utilizadas en el diseño de un aspersor son de diferentes tipos -- (ver cuadro No. 4), mismas que hacen variar los gastos en función de la presión desarrollada.

TIPOS DE BOMBAS	PRESION (kg/Cm.)	GASTO (L/Min)
Embolo o pistón	42 - 280	7.5 - 50
Diafragma	70	7.5 - 50
Engranajes y rotor	28 - 80	72
Rodillos	28 - 84	72
Centrífuga	10.5 - 140	72

CUDRO No. 4 Tipos de bombas en aspersores de agroquímicos.

Para cada tipo de aspersor se selecciona un tipo de bomba dependiendo de la necesidad de aplicación (AV, BV, etc.).

Las bombas que proporcionan bajos volúmenes son las de pistón (ver fig . 1), estas son de desplazamiento positivo por mantener un movimiento alternativo a un volumen constante, enviando el flúido en una sola dirección. La presión de estas bombas se genera con el movimiento alternativo del pistón al ser accionado por el operador, éste ejerce la fuerza que desplaza el émbolo dentro del cilindro de :

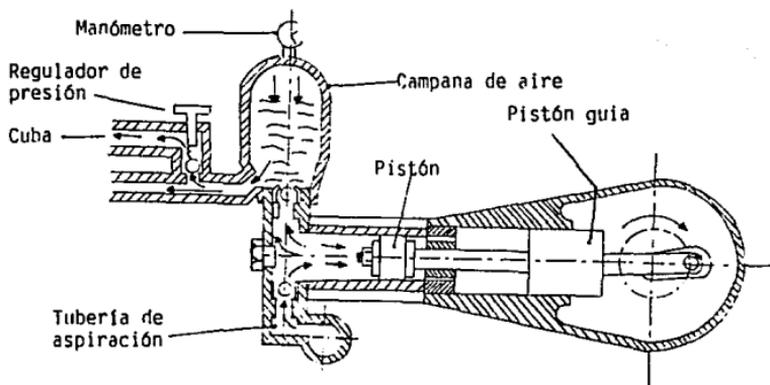


Fig. 1 BOMBA DE PISTON

la bomba, aumentando o disminuyendo las carreras del émbolo por unidad de -- tiempo durante la aspersión.

Otro tipo de bomba de desplazamiento positivo es la de membrana o diafragma, donde la presión es generada con el movimiento del vástago conectado al diafragma, teniendo un movimiento alternativo (ver fig. 2).

En este tipo de bombas (pistón y membrana) el fluido entra en una cámara cerrada o cilindro de volumen constante, mismo que se reduce con el desplazamiento del pistón o diafragma en el interior de aquella durante la carrera - de compresión. Por lo que la presión será proporcional a la fuerza aplicada.

En las bombas de pistón y diafragma de aspersores se utilizan cámaras de --- aire, para evitar presiones oscilantes que pueden alternar los gastos en las boquillas, produciendo una distribución irregular del producto en una superficie determinada, además de ocasionar deterioros en los materiales de construcción de los aspersores.

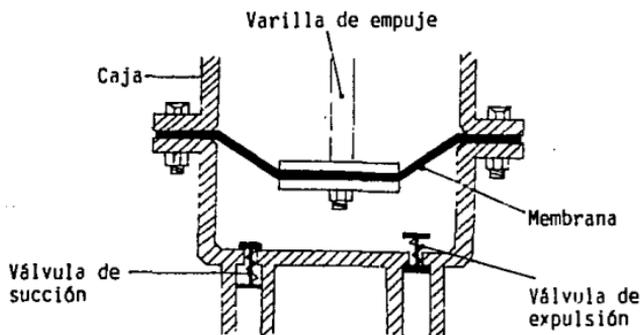


Fig. 2 BOMBA DE DIAFRAGMA

La cámara de aire absorbe una parte del líquido circulante manteniendo una presión constante, evitando excesos en la misma a causa de incrementos en el flujo del fluido.

Los tipos de bombas utilizadas en la construcción de un aspersor de agroquímicos son las de engranes, rodillos, de rotor o aspas deslizantes y la centrífuga, consideradas como bombas de tipo rotativas.

Las bombas de engranes (fig. 3) están constituidas con dos engranes sincronizados que giran en forma inversa uno de otro, los cuales al momento de engranarse sus dientes actúan como pequeños pistones obligando al fluido a salir de la cámara de alojamiento a presión constante, esta presión se origina al reducirse el volumen de la cámara y al aumentar la velocidad de giro del engrane impulsor.

Una bomba de rodillos (fig. 4) funciona con un rotor impulsor excéntrico y una serie de rodillos, éstos entran a los orificios del rotor para expulsar el líquido, de modo contrario se produce la succión al quedar libre la entrada de los orificios del rotor.

La presión se desarrolla con el empuje de los rodillos al mismo tiempo que se reduce la caja de alojamiento, produciendo un gasto constante de flujo.

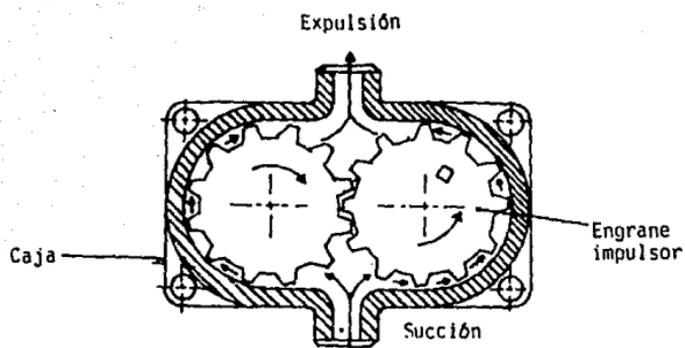


Fig. 3 BOMBA DE ENGRANES

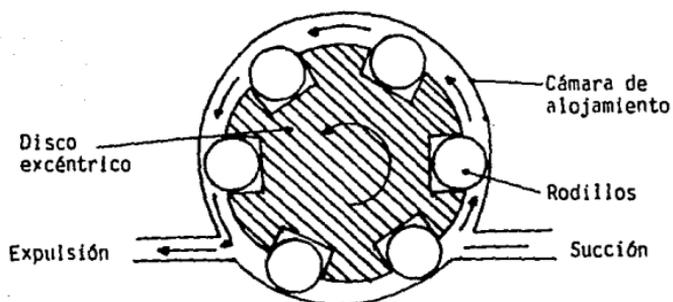


Fig. 4 BOMBA DE RODILLOS

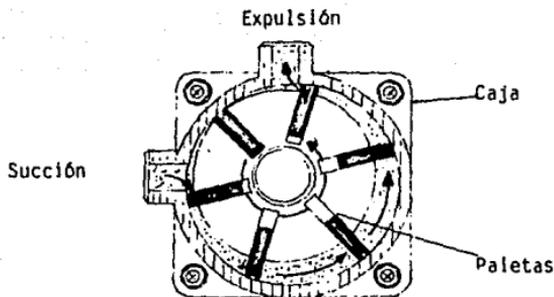


Fig. 5 BOMBA DE PALETAS O ASPAS DESLIZANTES.

En aspersores se utiliza también la bomba de paletas o aspas deslizantes --- (fig. 5). Cuando se hace girar el impulsor las aspas rozan contra la caja - conduciendo el líquido desde la entrada (succión) hasta expulsarlo. Al aproximarse las aspas a la salida de la caja, las empuja en el interior del cubo excéntrico reduciendo el volumen de la cámara, haciendo que se produzca presión al líquido obligándolo a salir.

Lo anterior se aprecia en la fig 5, donde el desalojo del producto ocurre al aumentar la velocidad de las aspas y con la misma producir la presión contra el orificio de salida para comenzar a bombearlo.

Las bombas de paletas son consideradas de baja presión y alto volumen al --- igual que una centrífuga, pero con menor velocidad de rotación.

Las bombas centrífugas son consideradas de alto volumen y baja presión, donde la velocidad de giro influye en el gasto, esto es, si el rotor gira más - rápido el caudal de salida se incrementará (ver la gráfica 7).

Una bomba centrífuga está compuesta por una serie de aspas que forman un rotor helicoidal, al girar éstas se envía el líquido hacia el centro del rotor en forma tangencial, expulsándolo con una fuerza centrífuga determinada. La presión se genera con el giro del rotor al incrementar su velocidad en función de su diámetro (ver fig. 6).

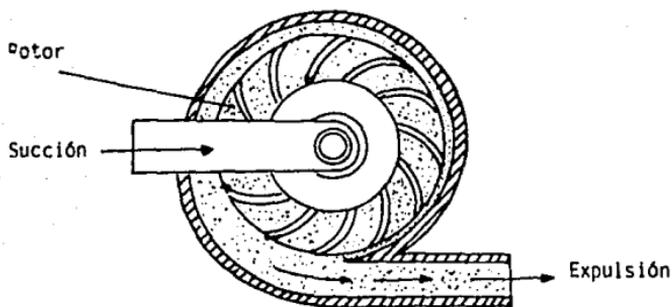


Fig. 6 BOMBA CENTRIFUGA

La presión de una bomba influye en su rendimiento, por lo que si hay variaciones en aquella el gasto se alterará.

Para hacer una selección adecuada de una bomba se hace necesario considerar el volumen de aplicación para obtener el rendimiento deseado como lo explica la gráfica de la fig. 7.

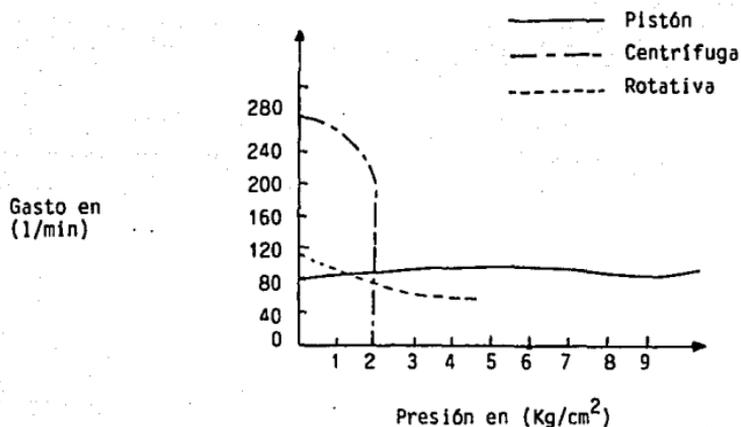


Fig. 7 GRAFICA DE RENDIMIENTO DE BOMBAS PARA ASPERSORES DE AGROQUIMICOS
Fuente (12)

2.3.3 Barras de aspersión y válvulas de control de presión.

La distribución de los productos líquidos en la superficie en tratamiento, se realiza con la barra de aspersión del aspersor, donde van colocadas las boquillas o emisores.

Las barras de aspersión son generalmente pértigas o lanzas y aguilones dependiendo del tipo de aspersor. Son fabricadas de materiales resistentes a la corrosión de los productos, así como la oxidación y abrasividad que los deteriora.

Por la barra del aspersor circula una cantidad de producto líquido, que llega hasta las boquillas con un gasto determinado, el cual es controlado mediante una válvula reguladora de flujo (llave de paso) que interrumpe o permite el paso hasta los emisores o boquillas.

En ocasiones también se presentan variaciones en la presión, por lo que se han tenido que instrumentar las válvulas reguladoras de presión de flujo con las que se selecciona la presión de operación deseada, aumentando o reduciendo la potencia con la que circula el líquido.

Los aspersores cuentan con válvulas de opción múltiple, esto es; que en una barra aspersora se puede controlar la posición de la aspersión (ver calibración del aspersor acoplado al tractor).

2.3.4 Boquillas.

El fraccionamiento del líquido en pequeñas gotas ocurre en los emisores o --

boquillas de aspersión, con las que se distribuyen los productos en forma regulada. Las boquillas expulsan el líquido con un ángulo de aspersión, determinado por el tipo de tratamiento; éste puede ser en franjas profundas, localizadas, etc.

Actualmente existen boquillas de varios tipos que proporcionan gastos con un ángulo de aspersión determinado. Este puede ser de cono hueco, sólido, de abanico, etc. (ver cuadro No. 5).

TIPO DE BOQUILLA	ANGULO DE ASPERSION	GASTO EN l/Min	PRESION KM/Cm2.
Abanico	65°, 73°, 80° y 95°	0.3-11.6	1 - 2.5
Cono hueco	65°, 80° y 95°	0.3- 3	3 - 2
Cono sólido *	65°, 80° y 150°	0.7- 5	3 - 5
Inundación	variable	0.013 - 0.26	0.5 - 3
Chorro lateral	150°	0.6 - 7	2 - 4

* No es usual

CUADRO No. 5 Tipos de boquillas para diferentes tratamientos con agroquímicos.

Para seleccionar la boquilla apropiada los fabricantes han implantado claves para su identificación de acuerdo a un gasto y ángulo de aspersión determinado. Un ejemplo de ello es la fig. 8, que muestra una boquilla de abanico con una clave en números que nos determinan el gasto y el ángulo de aspersión deseado.



Fig. 8 CLAVE DE IDENTIFICACION DE UNA BOQUILLA DE ABANICO.

Además de las boquillas convencionales actualmente se han diseñado atomizadores rotatorios, con el fin de evitar el menor grado los riesgos por dispersión.

Este tipo de atomizadores son los llamados de gota controlada y micronair -- utilizados en aspersores terrestres y aéreos respectivamente. El primero -- está compuesto por dos conos, uno interior y otro exterior. Este es un disco dentado con los que se fracciona el fluido, el cual es alimentado a través de dos mangueras que introducen el líquido en el interior del cono, --- fluyendo luego hacia afuera del cono interior pasando hasta la base del cono exterior (fig. 9).

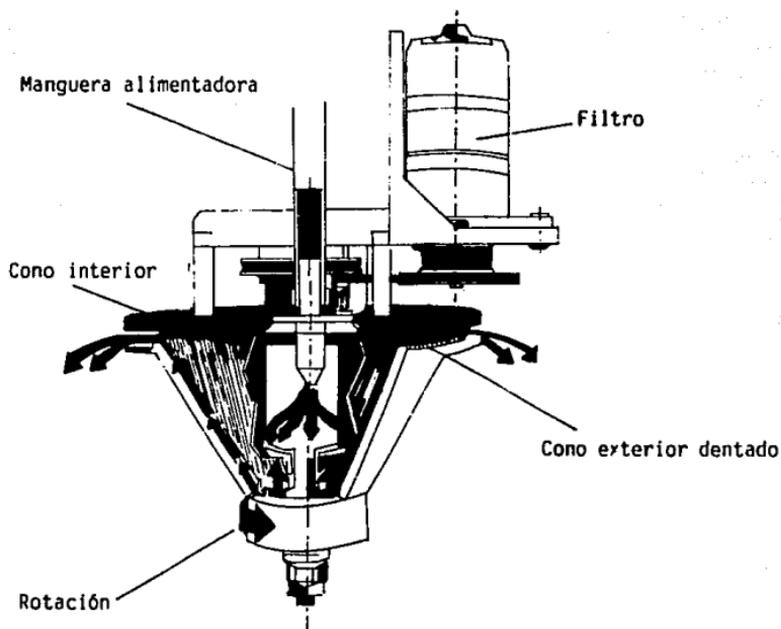


Fig. 9 ATOMIZADOR ROTATORIO MICROMAX
PARA ASPERSION TERRESTRE

El atomizador micronair es utilizado generalmente en aspersiones aéreas ---- (aviones y helicópteros), permitiendo un control del flujo por medio de una placa restrictora (fig's 10-A y 10-B). Esta última selecciona la cantidad que debe salir ajustando la placa seleccionando un número, el cual significa el tamaño de orificio.

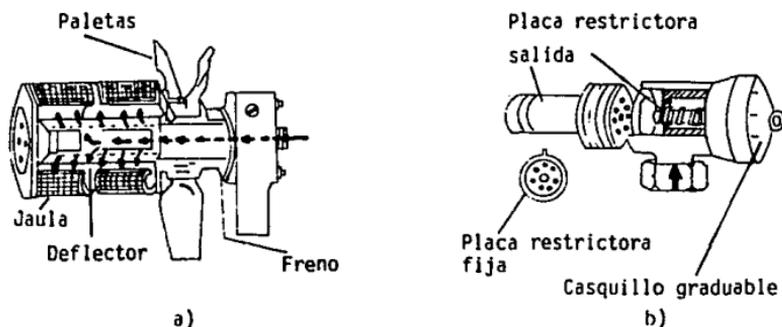


Fig. 10. a) Atomizador micronair, al flujo entre a la jaula a través del deflector. b) Placa restrictora de flujo, éste se gradúa al seleccionar un orificio.

Los tamaños de gota para aspersores rotatorios oscilan entre los 70 - 250 micras para el de gota controlada a una velocidad de 2,000 rpm, obteniéndose un gasto de 1 litro por minuto (ver otros gastos en calibración micromax).

Para el micronair los gastos se pueden seleccionar con la placa restrictora de flujo, seleccionando el número de orificio (ver calibración micronair). El tamaño de gota producido por el micronair oscila entre 20 y 570 micras a velocidades desde 1,000 a 12,000 rpm.

2.3.5 Accesorios auxiliares y conductos.

En la mayoría de los aspersores de agroquímicos se encuentran accesorios auxiliares que permiten obtener resultados más favorables en las aspersiones.

Este es el caso de los manómetros o medidores de presión, filtros y cedazos. Los primeros indican la presión que se desarrolla en la bomba y en los conductos, lo cual permite al operador hacer ajustes de aquella durante la operación. El ajuste de la presión auxiliándose de un indicador (manómetro) es de vital importancia para evitar alteraciones con los gastos de las boquillas por disminución o incrementos de presión, lo cual puede ocurrir por un mal funcionamiento de la bomba o de las producidas por partículas extrañas como basuras, tierra, etc. que contengan un producto.

Para evitar el paso de dichas partículas los aspersores están provistos de filtros y cedazos de malla, que se ubican desde la entrada del orificio de llenado del depósito y en las boquillas así como antes de succión y después de la expulsión de la bomba.

Además de lo anterior, en el diseño de equipos de aspersión se consideran los materiales para los conductos que generalmente son flexibles y rígidos, dependiendo del tipo de aspersor. Los materiales flexibles son algunos como el P.V.C. (cloruro de polivinil) y el polietileno, mientras que los rígidos son generalmente el acero inoxidable, el fierro forjado, el latón, cobre, etc. y que son seleccionados principalmente por resistencia a la corrosión y abrasividad de los productos agroquímicos que se apliquen.

2.4 EQUIPOS DE ASPERSION TERRESTRE

2.4.1 Funcionamiento de mochilas aspersoras.

- A) MOCHILAS DE ACCION MANUAL.- Este tipo de equipos son considerados como equipo portátil, que es transportado por una persona que los lleva generalmente en la espalda. Accionan con una bomba de émbolo, pistón o diafragma, y los depósitos tienen una capacidad promedio de 15 a 25 lts. - La operación comienza cuando el operador acciona la bomba, mediante una palanca que va conectada al pistón de aquella, el pistón se mueve desde un punto muerto inferior (PMI) hasta un punto muerto superior (PMS), como lo muestra la fig. 10, ubicados en la cámara de la bomba,

Cuando el émbolo es desplazado en el interior de la cámara del PMI al PMS el émbolo ejerce presión en el flúido realizando la expulsión del mismo.

Después de lo anterior, el émbolo pasa del PMS al PMI llenándose nuevamente la cámara de flúido ocurriendo de está manera el periodo de succión.

El gasto de una bomba de pistón o émbolo en esta clase de aspersoras se mantiene constante y puede incrementarse si aumentan las carreras (por unidad de tiempo) del émbolo.

La agitación en las mochilas aspersoras se realiza al mismo tiempo que ocurre el bombeo recirculando el líquido con la misma potencia que se realiza la aspersión.

La aspersión con este tipo de equipos portátiles se realiza con una p_ér_tiga o lanza (ver fig. 11), que lleva en la punta una boquilla o emisor. Dicha barra es guiada por el operador, manipulando la aplicación en fun_ción del objetivo.

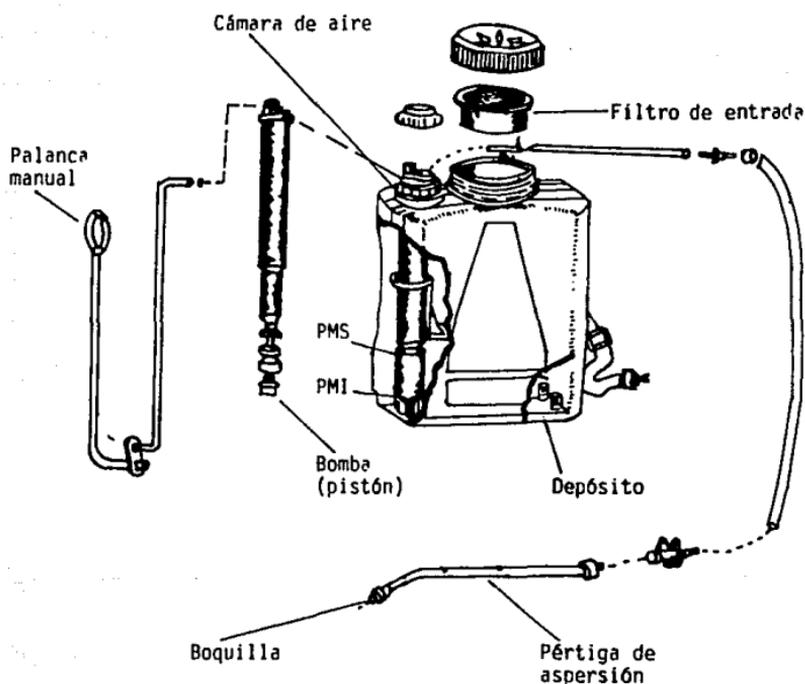


Fig. 11 ASPERSOR DE MOCHILA CON BOMBA DE PISTÓN ACCIONADA EN FORMA MANUAL

B) MOCHILAS DE MOTOR.- Este tipo de aspersoras solo se diferencian de las manuales por su modo de acción.

En México, esta clase de equipos no tiene una bomba para generar la presión de aspersión. Cuantan con un ventilador el cual hace circular el líquido a través de las mangueras.

El ventilador produce una corriente de aire que genera presión en el líquido que viene por gravedad desde el depósito. Este ventilador lo conduce hasta la boquilla (fig. 12).

En la actualidad existen mochilas de motor que cuentan con dispositivos para funcionar como espolvoreadores, lanzallamas, etc., además de asperjar a esta clase de equipos se les ha llamado de propósito múltiple.

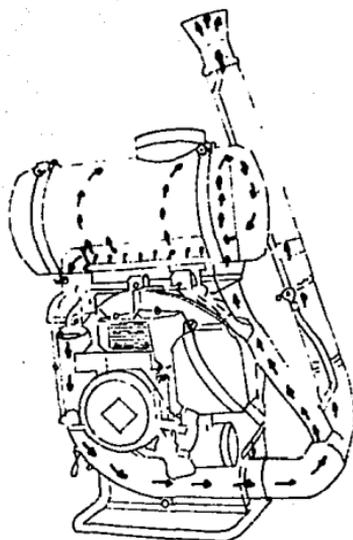


Fig. 12 Mochila de motor sin bomba, para líquidos

Las flechas indican el paso del líquido

2.4.1.1 Calibración de aspersoras de mochila.

Antes de realizar una aplicación es conveniente calibrar el equipo, determinando la cantidad de producto que se requiere aplicar en una superficie determinada. Para lo anterior se recomienda realizar lo siguiente:

- Se selecciona un área de terreno delimitandola.
- Se procede a regular el gasto en la boquilla, colocando la barra en el inicio del área.
- Posteriormente se realiza un recorrido en el área marcada ajustando la presión de aspersión.
- Se toma el tiempo que dura la aspersión, midiendo el ancho de mojado en la superficie calculando el área asperjada:

Donde:

A_a = Área asperjada en m².

$$A_a = (A_m) (R)$$

A_m = Ancho de mojado en m.

R = Recorrido en línea recta en m.

- Hecho lo anterior se procede a calcular el volumen para una hectárea.
- Se vacía el líquido sobrante del depósito obteniéndose la cantidad de agua gastada de la manera siguiente:

Donde:

V_i = Volumen de agua inicial

$$V_i - V_f = V_a$$

V_f = Volumen de agua final

V_a = Volumen de agua asperjado

Con el volumen obtenido anteriormente (V_a) se obtienen el volumen necesario para una hectárea de la manera siguiente:

Donde:

$$V/ha. = \frac{(10,000) (V_a)}{A_1}$$

A_1 = Area marcada inicial (m)

10,000= Factor de conversión a Has.

V_a = Volumen asperjado (l)

$V/ha.$ = Volumen calculado para una -
Ha. en lts.

2.4.1.2 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE MOCHILAS ASPERSORAS

El uso constante de los equipos de aspersión hace que éstos sufran desgastes por corrosión y abrasividad de los productos insecticidas, herbicidas, etc., disminuyendo su rendimiento en campo.

De lo anterior es necesario utilizar reglas de mantenimiento y seguridad que permitan reducir dicho desgaste o deterioro y que permitan aprovecharlos el mayor tiempo posible de operación.

Mantenimiento.

Antes de comenzar la aspersión, es necesario verificar los conductos de flujo como: tuberías, boquillas, etc. realizando una limpieza de los orificios (destapándolos) con cepillos, brochas, etc. nunca con las manos.

Calibrar el equipo el equipo con agua libre de impurezas, con esto se evita un mal manejo de los productos y por lo tanto su desperdicio. Es necesario revisar el equipo antes de su operación cambiando las partes dañadas o deterioradas.

Cuando se termina la aspersión se lava todo el sistema con agua y jabón, accionando la bomba hasta eliminar residuos del producto utilizado.

Para obtener una remoción de residuos de producto, se deja el depósito lleno de agua durante 48 horas. Pasado éste tiempo se acciona la bomba para desalojar el contenido, enjuagando nuevamente con agua limpia.

Antes de la operación se verifica que estén engrasadas las partes que lo necesitan.

Seguridad.

Para protección del usuario durante las aplicaciones de productos agroquímicos, se debe utilizar equipo protector y ropa adecuada y exclusiva para dicho trabajo.

El usuario deberá utilizar el equipo y ropa apropiados para evitar problemas de salud al estar en contacto con los agroquímicos. Estos deben ser manipulados con el mayor cuidado utilizando caretas protectora, botas de hule, --- guantes, etc.

Los productos sobrantes de las aplicaciones, así como los que se utilicen al comienzo del tratamiento, deben ser almacenados en bodegas especiales para evitar el acceso de animales y personas ajenas a las aplicaciones.

2.4.2 Funcionamiento de los aspersores electrodinámicos.

Con el desarrollo de equipos que permitan mayor seguridad durante las aplicaciones con agroquímicos, actualmente se han diseñado equipos electrodinámicos para aspersiones de BV y UBV.

Constan de una botella de plástico como depósito que se enrosca a un soporte por donde sale una manguera alimentadora (ver fig. 13). El soporte lleva un interruptor encendido que está acoplado a una caja de baterías. Cuenta también con un tubo de aluminio de extensión para regular la operación,

En el otro extremo de la extensión de aluminio se encuentra la cabeza de aspersión que contiene un motor eléctrico, una boquilla dosificadora y un disco atomizador intercambiable.

La aspersión se realiza a pasar el líquido por la manguera alimentadora por gravedad (no necesita bomba), a través de un filtro de malla para retener -- las posibles impurezas que contenga el líquido. Después este pasa a través de la boquilla dosificadora, al mismo tiempo que se encuentra girando el disco distribuyendo y fraccionando aquel en la superficie.

Algunos modelos de este tipo de aspersor se diferencian del mostrado en la - fig. 13 por cambiar la posición del depósito, pero siguen el mismo principio de funcionamiento. Los dos modelos cuentan con un motor eléctrico de 12 --- Volts. de baterías, el número de esta está en función de los tratamientos como lo explica el cuadro No. 6 de calibración, La figura 14 muestra el cam--bio de posición del dispositivo.

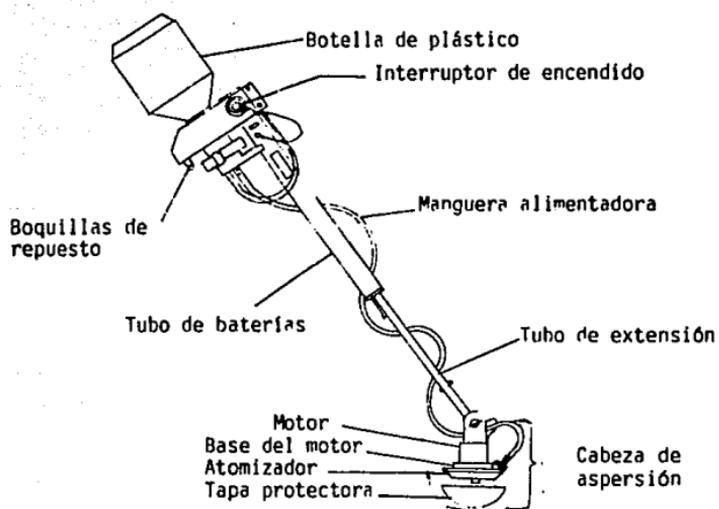


Fig. 13 ASPERSOR ELECTRODINAMICO PARA BV Y UBV

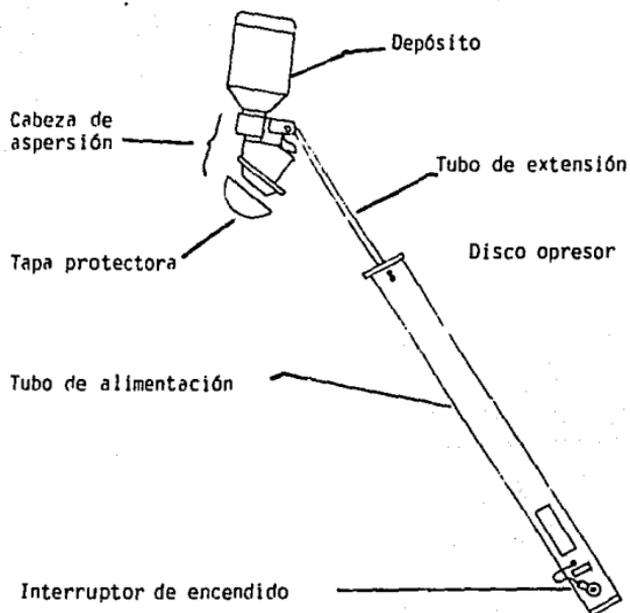


Fig. 14 Aspersor electrodinámico con depósito cerca de la cabeza-de aspersión.

2.4.2.1 Calibración de aspersores electrodinámicos.

Los aspersores electrodinámicos proporcionan tamaños de gota que van desde 60 hasta 250 micras dependiendo del modelo. Para obtener una dosis de producto adecuada para cada tratamiento se deben hacer los siguientes ajustes de calibración:

- Se diluye la cantidad de producto recomendada en una mezcla separada de la que se vacie en el depósito.
- Se llena la botella con la mezcla o solución obteniendo una cantidad determinada por la boquilla sin encender el motor.
- Utilizando el cuadro No. 6 se seleccionan el número de baterías y el tipo de boquilla por su gasto.

Cuando las condiciones de la operación no se ajustan al cuadro No. 6 se puede utilizar la siguiente fórmula para calcular el volumen de aspersión requerido.

Donde:

$$V = \frac{A_a \times 10}{V_m \times A_b}$$

A_a = Alimentación al atomizador (cc/min)
 V_m = Velocidad de marcha (m/min)
 A_b = Ancho de banda (m)
 V = Volumen total de aspersión
 10 = Factor de conversión a litros por hectáreas.

TIPO DE ASPERSION	No. DE BATERIAS	ANCHO DE BANDA (m)	VOLUMEN TOTAL DE ASPERSION (l/ha.)	ALIMENTACION OPTIMA AL ATOMIZADOR(cc/min)
Residual (insecticidas fungicidas, fertilizantes foliares)	6	5	2 - 4	30 - 60
Insectos sobre follaje	8	10	1	30
Insectos voladores	10	15	0.333	15
Herbicidas	8	1.20	7 - 22	80

CUADRO No. 6 Ajuste de calibración para aspersores electrodinámicos

FUENTE: (Folletos FAX HERB1)

Es importante considerar que para cada producto los volúmenes de aspersión son diferentes por lo que la velocidad de marcha es proporcional a dicho volumen. Esto es importante cuando se aplican herbicidas, para lo cual se puede utilizar el siguiente cuadro:

VELOCIDAD m/min	ASPERSION TOTAL l/ha.
30	22
40	17
50	13
60	11
70	9
80	8
90	7

CUADRO No. 7 Volúmenes de aspersión

- Cuando se desea reducir el volumen de aspersión es necesario volver a calibrar el aspersor.

2.4.2.2 Mantenimiento y seguridad de aspersores electrodinámicos.

Mantenimiento (después de utilizar productos insecticidas, fungicidas y fertilizantes).- Al término de la aspersión se enjuaga la botella de plástico y se asperja con kerosina, para limpiar los conductos internos. Después se limpia todo el equipo, incluyendo las terminales eléctricas con un trapo empapado con Kerosina.

El exceso de Kerosina se limpia con papel absorbente o con un trapo limpio.

Si el atomizador contiene polvo después de haber realizado la aspersión, se

retira aflojando la tuerca de sujeción y se sostiene con cuidado para no dañar la rosca.

El motor no se debe meter en agua, puede deteriorarse.

Cuando el aspersor no se utiliza por un tiempo prolongado deberán retirarse las baterías y almacenarse en un lugar seco.

Cuando se utilicen productos herbicidas se emplean los siguientes criterios:

Mantenimiento diario.- Después de una jornada de trabajo se quita el atomizador y se lava perfectamente con un trapo húmedo la cabeza de aspersión; - ésta no debe sumergirse en agua.

Posteriormente se limpia el vástago de aluminio y la boquilla utilizada, - además del asiento del resorte de las baterías.

Mantenimiento semanal.- Se quita la cabeza aspersora del vástago de aluminio y se limpia la placa de "tierra".

Se quitan los tornillos de corriente y "tierra" de las cabezas de aspersión limpiándolos y colocándolos de nuevo con un poco de grasa silicón. Cubriéndolos después con cinta aislante.

Seguridad.

Para obtener buenos resultados de aspersión es necesario seguir fielmente - las recomendaciones de seguridad que se establecen por los fabricantes, téc

nicos, etc. De plaguicidas, así como las autoridades fitosanitarias para evitar riesgos al operador y de contaminación ambiental.

De lo anterior, es necesario utilizar zapatos y guantes de material de hule así como equipo protector como mascarillas y ropa apropiada. De esta manera se evitarán inhalaciones y daños en los ojos y piel al estar en contacto con los productos agroquímicos.

Las aspersiones se deben realizar generalmente cuando no hay mucho viento.- Cuando esto se presente nunca se debe asperjar en contra de la dirección -- del viento.

Se deben tirar los residuos de aspersión en lugares alejados de depósitos - agua, pozos, etc. Así como limpiar el equipo en zonas retiradas de dichas fuentes de abastecimiento.

El operador deberá ducharse después de cada aspersión con agua y jabón cambiando de ropa.

2.4.3 Funcionamiento del aspersor acoplado al tractor.

De los equipos más utilizados para realizar trabajos de aspersión con altos volúmenes de aplicación (AV y VM), el más comúnmente utilizado es el aspersor acoplado a un tractor agrícola.

Este tipo de aspersor funciona acoplando las bombas a la toma de fuerza del tractor (TF) con la cual se transmite la potencia desarrollada en el motor del mismo. El acoplamiento se puede hacer de dos formas:

- A. Barra de tiro
- B. Enganche

A. Barra de tiro.- Este tipo de barras pueden ser barra de tiro corriente o de oscilación amplia; las primeras llevan una posición fija (fig 15), durante la operación en un solo sentido, encontrándose en la parte trasera del tractor.

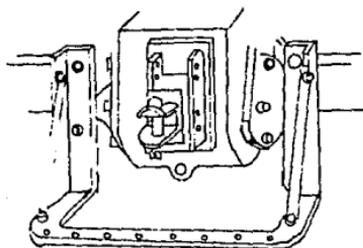


Fig. 15 BARRA DE TIRO CORRIENTE

Las barras de oscilación amplia como su nombre lo indica no permanecen en una posición, sino que oscilan lateralmente cambiando la posición del implemento (aspersor) (ver fig. 16).

- B. Enganches.- Los tipos de enganches que se utilizan en aspersores son generalmente los de 3 puntos (integral) y los 2 puntos (semi integral) El enganche integral se utiliza para levantar el aspersor considerando períodos de trabajo intensivo (terreno con obstáculos) evitando -- que se averie el aspersor por el constante ajeteo.

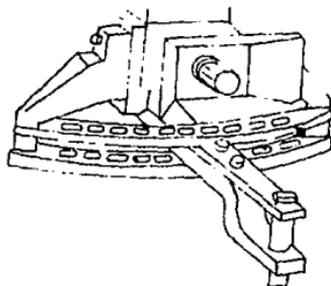


Fig. 16 BARRA DE TIRO DE OSCILACION AMPLIA

El enganche de 3 puntos en algunos tractores, está formado por el sistema de levante hidráulico del tractor (fig. 17) dos "gatos" hidráulicos conectados a dos brazos laterales y un tercer punto al centro.

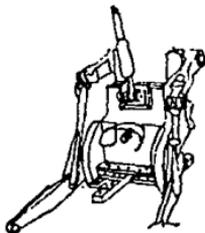


Fig. 17 ENGANCHE DE 3 PUNTOS (INTEGRAL)

En otros tractores el levante de los brazos se realiza con un solo cilindro.

El control del sistema de levante de un tractor agrícola se realiza desde la cabina de operación del mismo, facilitando al operador el levante del aspersor cuando se requiera.

El enganche de 2 puntos (semi integral) lo constituyen los brazos de levante hidráulico como se observa en la fig. 18.

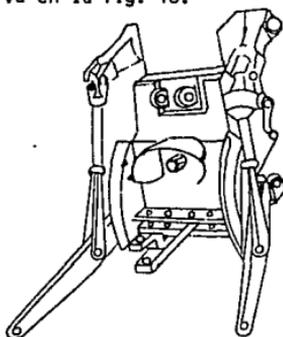


Fig. 18 ENGANCHE DE 2 PUNTOS O SEMI INTEGRAL

Tanto la barra de tiro como el enganche, se utilizan dependiendo del peso -- del aspersor. Las barras se utilizan para aspersores con capacidades mayores a los 600 litros en promedio y los enganches para capacidades menores.

Algunos aspersores acoplados al tractor cuentan con bastidores que están provistos con llantas de flotación, útiles en la amortiguación del aspersor --- cuando se presentan movimientos bruscos durante la operación en campo.

Para el funcionamiento de un aspersor de éste tipo, se considera la potencia

transmitida desde el motor a través de la TF a la barra de tiro estableciendo una categorización de dicha potencia.

Esta se establece de la manera siguiente.

POTENCIA A LA BARRA DE TIRO (HP)	CATEGORIA
20 - 45	1
40 - 100	2
80 o más	3

CUADRO no. 8 Categorías de enganches por transmisión de potencia a la barra de tiro. FUENTE (3)

Si la potencia se define como el trabajo realizado por un tiempo determinado entonces la potencia transmitida influye en el rendimiento de la bomba del aspersor (ver cuadro no. 8), por lo que se establece una relación entre la potencia transmitida y la que aprovecha la bomba del aspersor. Esto último está en función del tipo de toma de fuerza que giran a diferentes revoluciones por minuto (rpm).

Hay tractores que están provistos de TF de 6 o 21 ranuras, alcanzando velocidades de 540 rpm en la primera y de hasta 1,000 rpm en la segunda. Estas velocidades en la TF es sin carga, por lo que al conectar la bomba del aspersor se incrementan las rpm de aquella.

Lo anterior se realiza acelerando el motor hasta 575 rpm en la TF de 6 ranuras y de 1,050 para la de 21 ranuras. De esta manera se compensa el esfuer-

zo adicional y la pérdida de potencia en la TF sea menor.

En la fig. 18 se muestra un acople al tractor de un aspersor con enganche integral y el mando de la bomba a la toma de fuerza del tractor.

En un aspersor acoplado al tractor el líquido es alojado y agitado en el depósito, esto último puede ser de forma mecánica por medio de un eje de aspas, conectado a una banda con poleas a la toma de fuerza, aprovechando el giro de ésta para transmitir movimiento a las aspas que de esta manera mantienen el fluido en estado homogéneo.

Algunos aspersores de este tipo utilizan la potencia de la bomba para ejercer presión sobre el líquido haciendo una recirculación al tanque.

Los aspersores acoplados a un tractor utilizan de manera general bombas de tipo rotativo y en ocasiones de doble pistón para elevar su gasto, como la que muestra la fig. 19.

2.4.3.1 Calibración del aspersor acoplado al tractor.

Para calibrar un aspersor acoplado a un tractor se utilizan generalmente 2 métodos.

El primero es con el tractor en reposo, esto es sin movimiento al cual se le ha llamado calibración a máquina parada, misma que se realiza con la fórmula siguiente:

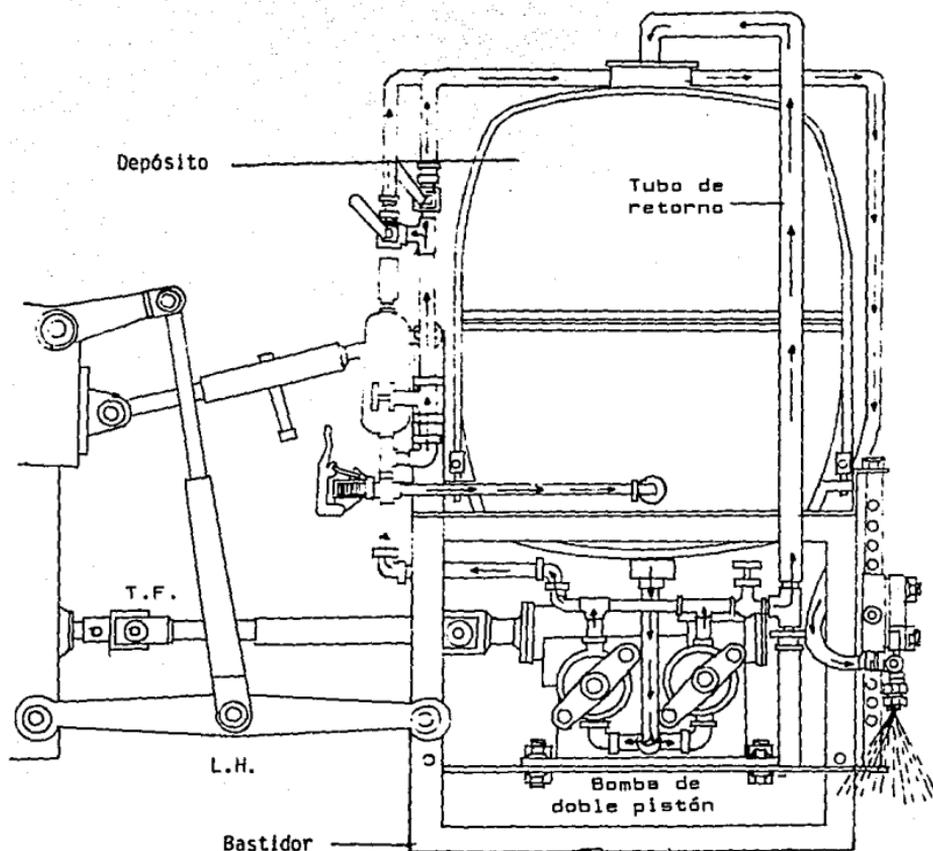


Fig. 19 Aspersor acoplado a la toma de fuerza (TF) de un tractor agrícola con levante hidráulico (LH)

Donde:

$$D = \frac{60,000 (G)}{(S) (V)}$$

D = Dosis de aplicación

G = Gasto en l/min

S = Separación de boquillas (cm)

V = Velocidad de avance teórica del tractor en Km/h

60,000 = Factor de conversión a 1/ha.

En el método anterior, se considera la velocidad a la que el tractor mueve el implemento (aspersor) teóricamente, obteniéndose los gastos de las boquillas y multiplicándose por el factor de conversión (60,000) se obtiene la cantidad requerida para una hectárea de superficie por tratar.

Al segundo método se le ha llamado calibración con la máquina avanzando como lo muestra la fórmula siguiente:

Donde:

$$D = \frac{(G) (10,000)}{(A) (R) (N)}$$

D = Dosis de aplicación en l/ha.

G = Gasto en la barra o aguilón (gasto total de boquillas) en l/min

A = Ancho del aguilón en m.

R = Distancia de recorrido (m)

N = Número de recorridos

10,000 = Factor de conversión a has.

En este método se obtiene la dosis del producto por aplicar, al poner el tractor en movimiento recorriendo una distancia previamente determinada, obteniéndose los gastos de las boquillas en más de un recorrido, promediando

dichos gastos para obtener el gasto total de la barra. Dicho gasto al multiplicarse por el factor de conversión (10,000) se obtiene la dosis para una hectárea de superficie.

2.4.3.1.1 Colocación de boquillas en el aguilón.

Para colocar las boquillas convencionales en el aguilón de un aspersor acoplado al tractor, se sigue generalmente su relación con el tipo de tratamiento, así como del producto por aplicar como se observa en las figuras 20a, -- 20b, 20c y 20d.

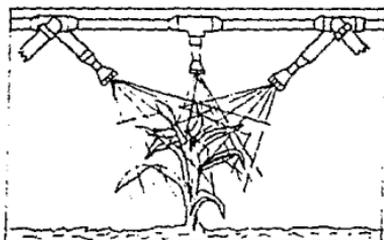


Fig. 20a TRATAMIENTO LOCALIZADO

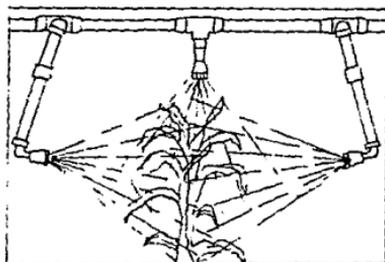


Fig. 20b TRATAMIENTO LOCALIZADO EN ESTADO DE MADURACION

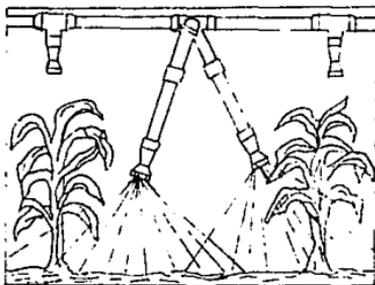
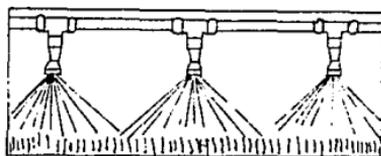


Fig. 20c TRATAMIENTO EN BANDAS

Fig. 20d TRATAMIENTO DE COBERTURA
TOTAL O PROFUSO

Para cada tratamiento es recomendable colocar las boquillas a distancias que permiten realizar cubrimientos homogéneos.

Además de las boquillas convencionales se puede utilizar el atomizador de gota controlada, que como se ha dicho es un atomizador rotatorio que permite obtener tamaños de gota con menor arrastre por viento. (fig. 9).

Su colocación entre atomizadores en la barra, es de 90 a 180 cm. dependiendo

de la velocidad del tractor.

El ángulo de inclinación puede ser de 10° hacia adelante y no completamente paralelo al suelo.

Con lo anterior se puede realizar una calibración del gasto como sigue:

Se calcula el caudal de fluido seleccionando las rpm para la aspersión con el cuadro siguiente:

l/ha. a 1,80 m. de distancia entre atomizadores;

VELOCIDAD DEL TRACTOR KM/h	2,000 rpm l/ha.	5,000 rpm l/ha.
5	62	8
6	55	7
7	50	6
7.5	45	5.5
8	43	5
9	40	4.5
9.5	33	4
10	30	3.75
11	27	3.5
12	25	3
13	24	3
14	22	2.75
14.5	21	2.5

CUADRO No. 9 Volúmenes de aplicación para diferentes velocidades del tractor.

Cuando se tiene una distancia entre atomizadores menor se multiplica por el factor de conversión con la fórmula que sigue:

Donde:

$$D = \frac{d_1}{d_2} \cdot (1/ha)^*$$

d_1 = Dosis de aplicación para una distancia menor de 1,80 m. entre atomizadores en l/ha.
 d_2 = Distancia deseada menor a 1,80 cm.
 $(1/ha)^*$ = Dosis a 1,80 m. de tabla a diferentes rpm.

Dependiendo del producto por aplicar (herbicida, insecticida, etc.) se puede seleccionar una velocidad del atomizador en rpm en revoluciones por minuto - (rpm).

El gasto del atomizador esta en función del tamaño del orificio de salida y de la velocidad de giro, así como la presión de salida, por lo que a mayor tamaño de orificio el gasto se incrementará disminuyendo la presión.

2.4.3.2. Mantenimiento y seguridad del aspersor acoplado al tractor.

Mantenimiento.- Para mantener en condiciones óptimas de operación esta clase de equipos de aspersión mencionadas con anterioridad teniendo variantes mínimas.

Como complemento de las reglas de mantenimiento para un aspersor acoplado al tractor se puede hacer lo siguiente:

- Después de seleccionar el material y calcular la dosis recomendada de -- producto por aplicar se verifica el equipo en cada una de sus partes (depósito, bomba, válvulas, etc.) que se encuentran en buen estado físico de operación.
- Se verifica que cada una de las partes del aspersor se encuentre ajustada correctamente para evitar que se dañen.
- Se reemplazan las partes deterioradas o desgastadas, así como de verificar los niveles de combustible y aceite o engrasamiento.
- Después se procede a realizar las conexiones del tractor como son: manqueras, bomba, etc., además de los ajustes de presión y control de la misma, mediante los mecanismos correspondientes (válvula, manómetros, etc).
- Cuando se terminan los trabajos de aplicación se procede a lavar perfectamente el aspersor en cada una de las de sus partes como son: depósito, -- bomba, tuberías, etc. Para esto es necesario poner la bomba en marcha llenando el depósito con agua limpia y jabón desalojando así los residuos del - material utilizado.

Seguridad.- Siguiendo las reglas de seguridad para el manejo de equipos de aspersion y productos agroquímicos se puede complementar lo siguiente:

- Cuando se esten utilizando los productos es importante evitar el contacto directo de éstos con la piel.
- Utilizar el equipo apropiado (guantes de hule, zapatos, caretas, etc.),

además de no ingerir alimentos durante los tratamientos. Cuando se terminan las labores del usuario u operador, éste se debe duchar con agua y jabón.

2.5 Equipos de aspersión aérea

2.5.1 Tipos de aeronaves.

En la actualidad las aspersiones aéreas se llevan a cabo con dos tipos de aeronaves, estos son: aviones y helicópteros. Los llamados de ala fija y los segundos de ala móvil.

Estos dos tipos de aspersores se utilizan en aplicaciones de BV y UBV principalmente. De las ventajas más importantes en el uso de aeronaves para aplicar productos agroquímicos son: que evitan compactaciones en la superficie del suelo al no tener un contacto directo con el mismo, además de no maltratar los cultivos dando mejor oportunidad para el combate de plagas al mantener una independencia de las condiciones del suelo.

Los equipos aéreos realizan aspersiones de grandes superficies en menor tiempo que otro tipo de aspersor, por lo que se han llegado a controlar plagas y prevenir enfermedades causadas por hongos con mayor rapidez.

Para que el uso de un aspersor aéreo pueda ser rentable para el usuario, se recomienda que se deben asperjar un mínimo de 10 hectáreas por día.

2.5.1.1 Equipos de ala fija.

Como se ha dicho, las primeras aplicaciones con productos agroquímicos que se realizaron con aviones no especializados para asperjar era el caso de los aviones militares que estaban en desuso en la segunda guerra mundial y a los que se les adaptaba el sistema de aspersión.

Actualmente, con el desarrollo de la tecnología agrícola, se han diseñado aeronaves especializadas para estos tipos de trabajos, a los que se les ha provisto de características propias de un aspersor cumpliendo lo siguiente:

- Las capacidades de carga están relacionados con la estabilidad del avión.
- La altura de despeque es generalmente de 16 m. (promedio) y aterrizan en pistas no mayores de 400 m. de distancia.
- La velocidad crucero, es de 160 Km/h y la velocidad útil es de 65 a 100 Km/h.
- Son de fácil maniobra y presentan cabinas con buena visibilidad.
- Su construcción es sencilla y están fabricados con materiales resistentes a efectos corrosivos causados por productos agroquímicos.

En el cuadro No. 10 se observan algunos de los modelos más comúnmente utilizados durante tratamientos con equipo aéreo.

TIPO DE AERONAVES	H.P. DEL MOTOR	CAPACIDAD EN EL TANQUE (1)	ANCHO DE FRANJA TRATADA	
			30 l/ha. (BV)	2 - 3 l/ha. (UBV)
			ALTURA DE VUELO (m)	
			2 - 3	3 - 4
Cassna T.	300	572	18 - 20	25
Grumman	300 - 450	1,336 - 1,893	22	25
Piper Pawnee	230 - 375	572 - 1,041	25	25
Ayres truck	200	1,554	25	25
Ayres truck turbo	750	1,890	25	25-30

CUADRO No. 10

Aeronaves de ala fija

Fuente: (9)

TIPO DE AERONAVES	H.P. DEL MOTOR	CAPACIDAD EN EL TANQUE (l)	ANCHO DE FRANJA TRATADA	
			30 l/ha. (BV)	2 - 3 l/ha. (UBV)
			ALTURA DE VUELO (m)	
			2 - 3	3 - 4
Cassna T.	300	572	18 - 20	25
Grumman	300 - 450	1,336 - 1,893	22	25
Piper Pawnee	230 - 375	572 - 1,041	25	25
Ayres truck	200	1,554	25	25
Ayres truck turbo	750	1,890	25	25-30

CUADRO No. 10

Aeronaves de ala fija

Fuente: (9)

2.5.1.2 Equipos de ala móvil.

Los equipos de ala móvil son los helicópteros aspersores, llevan un rotor de 2 ó 3 aspas que los impulsa.

Algunos modelos presentan además del rotor principal, uno más pequeño en la parte trasera del aparato. Con esto se contrarresta la posible desestabilidad que provocan las aspas del rotor principal en un momento dado.

Una de las mayores ventajas con el uso de helicópteros, es que no necesitan una pista de aterrizaje y despegue, ya que solo necesitan un espacio donde puedan girar las aspas del rotor principal con libertad.

En el cuadro No. 11, se encuentran algunos modelos de aeronaves de ala móvil (helicópteros) que se utilizan en diversas etapas del desarrollo vegetativo de los cultivos aplicando productos agroquímicos.

2.5.2 Funcionamiento de un aspersor aéreo.

La mayoría de los sistemas de aspersión que forman un equipo aéreo son similares a los aspersores terrestres, diferenciándose únicamente por la manera de distribuir los productos.

En los aspersores aéreos, el accionamiento de la bomba se realiza mediante una hélice conectada a ella, y que es movida por la corriente de aire que producen las aspas de la hélice del avión. La rotación de la hélice de la bomba es controlada por el operador mediante un cable que va desde la cabina donde

TIPO DE AERONAVE	H.P. DEL MOTOR	CAPACIDAD EN EL TANQUE (l)	ANCHO DE FRANJA (m) · ALTURA DE VUELO (m) ·	
			2 - 3 30 l/ha (BV)	3 - 4 2 - 1/ha (UBV)
AEROPASTIALE - ALUVETTE	360	600	18	22
BELL 476 FAIR VUID	280	454	20	25
HILLER VH12E	305	635	20	24
HUGHES 300	180	204	18	20
MK HEILMILL	2 X 400	1,000	24	28
KAMOV KA 26	2 X 235	800	25	30

CUADRO No. 11 Aeronaves de ala móvil utilizadas en aplicaciones de agroquímicos.

FUENTE: (9)

se encuentra el piloto hasta las aspas de aquella.

En la fig. No. 21 se aprecia el montaje del sistema aspersor en una aeronave de ala fija (avión) exclusivo para aplicar agroquímicos. El líquido pasa -- del depósito a la bomba cuando ésta se pone en marcha. al mismo tiempo que - lo expulsa a las tuberías que llegan a las boquillas dosificadoras.

El paso del flujo se controla mediante una llave de control (llave de paso)- con la cual se controla también la presión y el gasto de las boquillas.

Para el control del flujo del aguilón, el sistema cuenta con una llave de 3- vías (tres pasos), lo que significa que aquel esta dividido en tres seccio- nes (laterales a la derecha e izquierda y centro). Esta llave se controla - desde la cabina mediante un cable.

La agitación en un aspersor aéreo se realiza con el aprovechamiento del lí- quido que sale de la bomba a presión constante, recirculándolo por una línea de desahogo que llega al depósito.

Dicha recirculación además de agitar el líquido que se encuentra en el tan- que se aprovecha para evitar excesos en la presión que pueda ocasionar alte- raciones en los gastos.

Las boquillas utilizadas en un aspersor aéreo pueden ser de cono hueco, aba- nico plano, etc. (convencionales) o bien los atomizadores rotatorios (micro- nair) (fig. 10), que distribuyen los productos de manera más concentrada que los primeros.

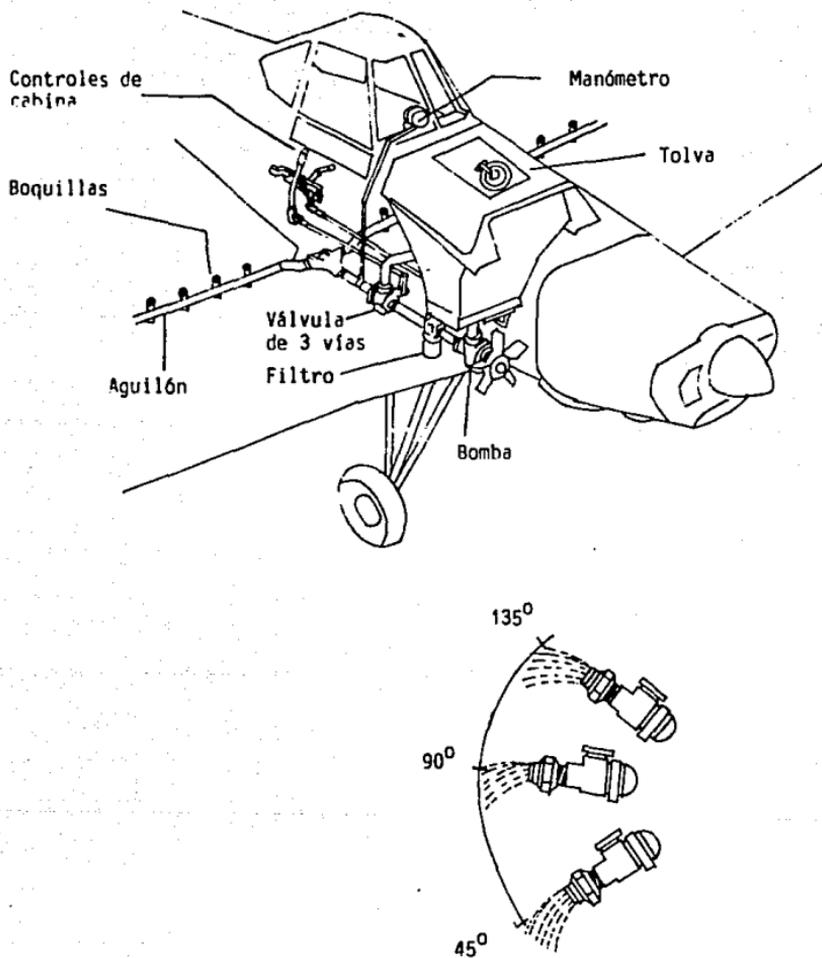


Fig. 21 Montaje de un aspersor aéreo y posición de boquillas con diferentes ángulos de aspersión.

Un atomizador rotatorio (micronair), cuenta con una placa restrictora de flujo con la que se selecciona el gasto de salida en el atomizador. En esta placa se encuentran una serie de orificios de diferentes diámetros o aberturas controlados por un resorte que ajusta el orificio seleccionado. Para dicha selección se utiliza una tabla de calibración del atomizador donde se contempla una serie de números que significa un gasto determinado por orificio (ver cuadro No. 13).

La bomba que se utiliza en aspersores aéreos es generalmente de tipo centrífuga, que puede ser accionada por corriente de aire durante el vuelo del avión, que hace girar las paletas de la bomba. También se adapta un motor eléctrico de manera independiente o conectando la bomba directamente al motor del avión.

El fluido circula por el sistema de tuberías hasta los emisores (atomizadores o boquillas) al girar la hélice de la bomba, la posición de las boquillas deben guardar un ángulo de salida para evitar excesos de deriva (acarreo) por viento. Los ángulos que se recomiendan son los descritos en la figura 21 donde se muestra el montaje de un sistema de aspersión en un avión.

2.5.3 Calibración.

Los aspersores aéreos son utilizados para aplicar generalmente volúmenes bajos (BV y UBV) de productos agroquímicos, para lo cual se sigue el siguiente procedimiento.

- Se carga el tanque con una cantidad de agua realizando un recorrido, ajustando la velocidad de operación.

- Se abre la válvula de tres pasos (vías) en el punto donde se necesita.
- Se ajusta la presión de salida del flujo hasta cerrar la válvula, procediendo a asperjar.
- Cuando la presión comienza a bajar, significará que el sistema esta -- purgado cerrándose la válvula.
- El piloto regresará a la pista, llenando nuevamente el depósito.
- Se realiza un nuevo recorrido en un minuto, cubriendo una superficie -- determinada marcando el inicio y el final de la aplicación en dicho tiempo.
- Se cierra la válvula de paso del sistema y se retorna a la pista.
- Para obtener el gasto de agua por minuto se realiza la siguiente operación:

Donde:

$$G = \frac{(D) (Af) (V)}{600}$$

G = Gasto en l/min
 D = Dosis de aplicación en l/ha.
 Af = Ancho de franja en metros
 V = Velocidad de vuelo en Km/h.
 600 = Factor de conversión a l/ha.

2.5.3.1 Calibración de un atomizador micronair.

El procedimiento de calibración de un avión que se equipa con atomizadores -

rotatorios micronair, se realiza generalmente en dos etapas, ajustando el tipo de aplicación (volumen de aplicación) y el tamaño de gota.

El primer método utiliza una tabla (Cuadro No. 12) con la cual se determina el promedio de hectáreas por minuto que se asperjan.

ANCHO DE FAJA

M/H	10	12	14	15	18	20	30	40	50	75	100
85	1.4	1.7	1.9	2.2	2.4	2.7	4.0	5.4	6.8	10.2	13.6
90	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	4.3	5.8	7.2	10.8	14.4
95	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	4.5	6.0	7.6	11.4	15.2
100	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	4.8	6.4	8.9	12.0	16.0
170	2.8	3.4	3.8	4.4	4.8	5.4	8.0	10.8	12.6	20.4	27.2

CUADO No. 12 Cuadro de operación a diferentes velocidades y cubrimientos. Los datos significan las hectáreas cubiertas por minuto.
Fuente (18)

Para obtener las hectáreas por minuto puede utilizar la fórmula siguiente:

Donde:

$$\text{ha/min} = \frac{(V) (A)}{625}$$

V = Velocidad del avión en Km/h
 A = Ancho de faja en m.
 625 = Factor de conversión a ha/min

Lo anterior se pueda resumir con los siguientes pasos:

1.- Multiplicando el dato de tablas por la aplicación requerida en l/ha. se obtiene el rendimiento del aspersor aéreo en l/min.

2.- Dividido por el rendimiento total entre el número de atomizadores se de termina el rendimiento por atomizador.

3.- En el orden establecido es correcto ajustar cada atomizador determinando el volumen del producto.

El rendimiento o gasto de cada atomizador es controlado por la unidad de restricción variable (fig. 10b) (V.R.U.). Cada VRU contiene un plato retractor el cual tiene una serie de orificios de diferentes tamaños y un plato selector junto al botón de ajuste, ambos están provistos de dichos orificios que permiten controlar un determinado flujo de líquido, para lo cual se selec ciona un orificio con un número impar. El tamaño de cada orificio se incre menta al mismo tiempo que el número que le corresponde (ver cuadro No. 13).

El tamaño de gota del rociador se produce por medio de la velocidad de rotación del senderal el cual es regulado por las hojas del ventilador que están -- dispuestas a un ángulo determinado.

La relación entre el tamaño de gota y la velocidad de rotación se observa en la gráfica de la fig. 22, misma que se utiliza para determinar la correcta ve locidad en r.p.m. encontrando el tamaño de gota deseado, dibujando una línea vertical a través de la curva encontrada obteniendo las r.p.m. en la línea ho rizontal.

NUMERO	PRESION KG/CM2	GASTO (l/min)
1	1.41	0.27
	2.11	0.33
	2.8	0.40
3	1.4	0.75
	2.11	0.95
	2.81	1.10
5	1.4	1.45
	2.11	3.4
	2.81	2.15
7	1.41	2.65
	2.11	3.40
	2.81	4.10
9	1.41	4.50
	2.11	5.90
	2.81	6.80
11	1.41	8.50
	2.11	11.50
13	1.41	14.90
	2.11	19.50
	2.81	22.80

CUADRO No. 13 Tabla de calibración para placa restrictora de flujo de un atomizador micronair.

Fuente: (18)

La gráfica que relaciona el tamaño de gota y la velocidad de rotación está basada en pruebas con agua, por lo que el operador deberá revisar los tamaños de gota durante la operación en campo.

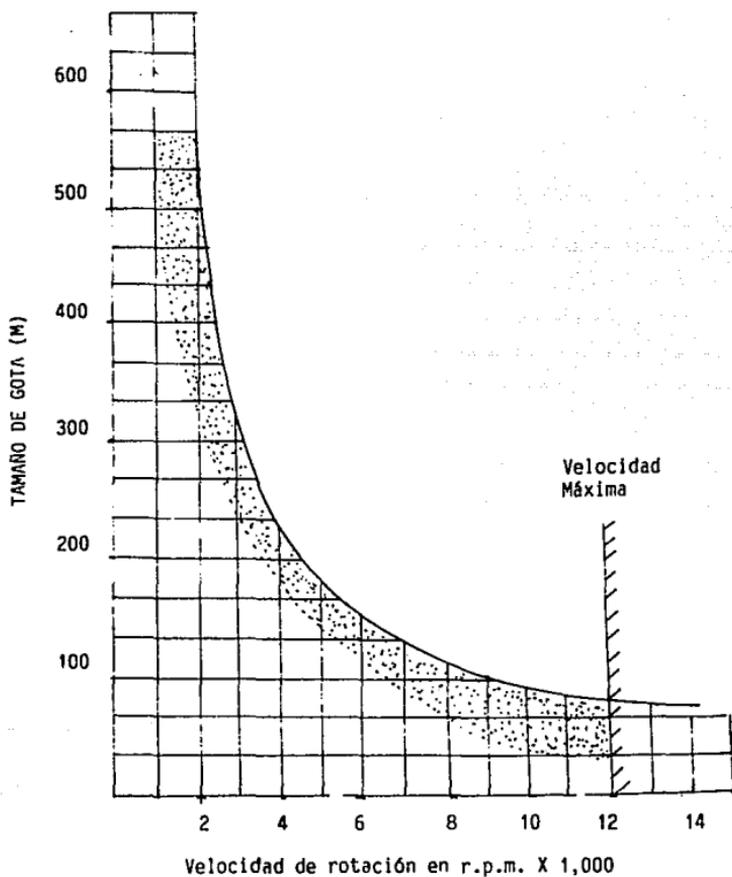


Fig. 22 Gráfica para determinar velocidad de rotación en relación al tamaño de gota.

FUENTE: (18)

Otro tipo de ajuste para encontrar la velocidad de rotación es la de relacionar la velocidad del viento y las curvas de posición de las hojas del atomizador como se observa en la fig. 23.

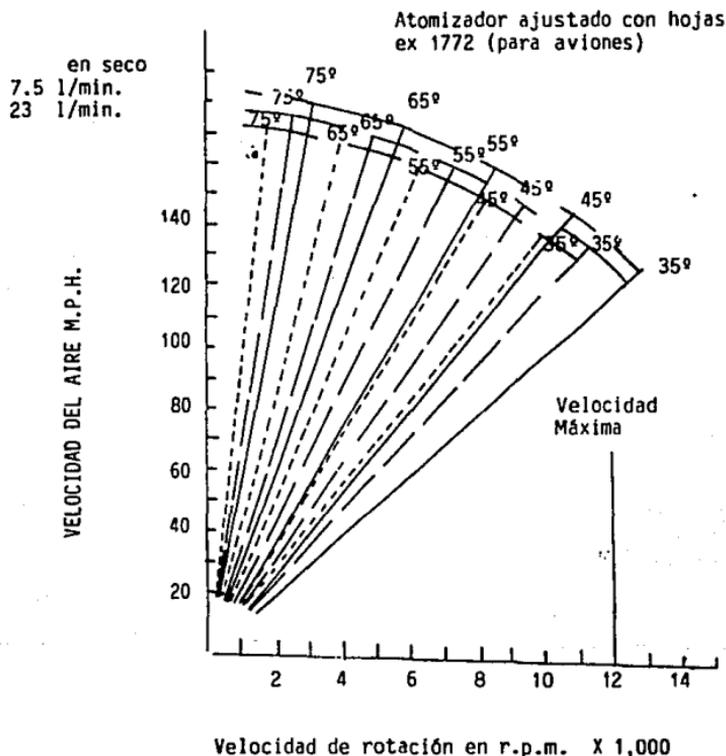


Fig. 23 Gráfica de velocidad de rotación en relación con la velocidad del viento

FUENTE: (18)

Para seleccionar la velocidad de rotación de un atomizador montado en un helicóptero se puede utilizar la gráfica de la fig. 24.

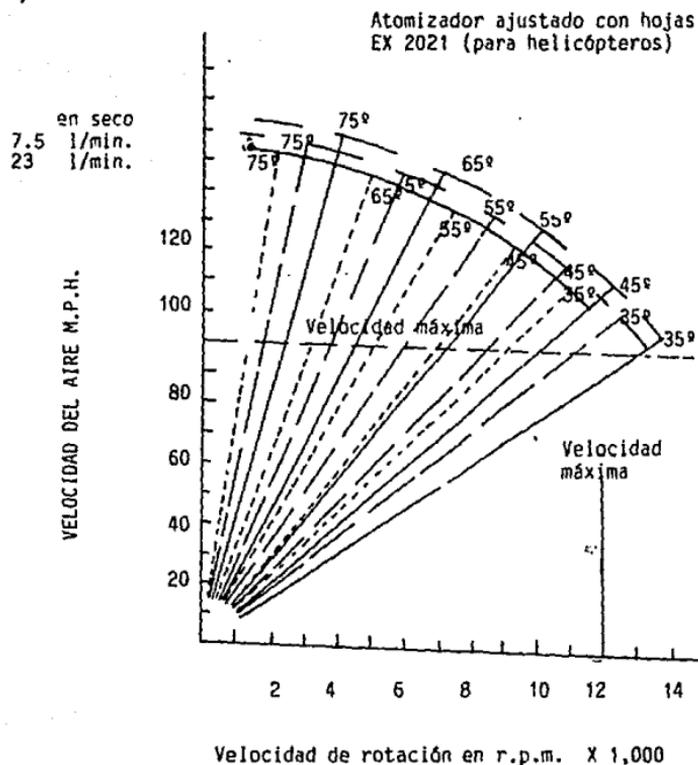


Fig. 24 Gráfica para seleccionar la velocidad de rotación en un helicóptero.

Fuente: (18)

2.5.4. Mantenimiento y seguridad en aspersores aéreos.

Para mantener y operar en forma adecuada un aspersor aéreo se pueden seguir las siguientes reglas:

- Se utiliza el agroquímico recomendado en dosis adecuadas.
- Verificar el equipo antes de asperjar, asegurándose de que no existan fugas del depósito, mangueras, etc.
- Se limpia cualquier derrame en la pista o plataforma de aterrizaje.
- Mantener alejadas a personas ajenas a los tratamientos, así como a los animales cercanos a los mismos.

Seguridad.

- Utilizar ropa adecuada, así como equipo protector (guantes, caretas, - ropa protectora, etc).
- Los materiales siempre se manejarán por personal de tierra, nunca por el piloto, este solo opera el vehículo.
- Se debe contar con extinguidores de fuego y equipo contra incendios y primeros auxilios.
- Al término de cada operación (aplicación) el personal deberá ducharse con agua y jabón.

De lo anterior, encontramos que durante la operación de un equipo aspersor - su eficiencia se reduce en función de los tiempos perdidos, ésto es; el tiempo que se deje de asperjar una superficie determinada. De esta manera tenemos algunas pérdidas por:

- Ajustes
- Vijeres al vacío
- Patinajes
- Descansos del operador
- Recarga de combustible o mezclado
- Mezclado, etc.

Si se considera que el tiempo perdido durante la operación de un aspersor no es importante se tiene entonces la capacidad teórica de la máquina.

Donde:

$$C.T. = (A) (V) (0.1) = \text{Ha/h}$$

C.T. = Capacidad teórica
 A = Ancho de mojado
 V = Velocidad de avance en m/min o Km/h
 0.1 = Factor de conversión a ha/h.

De esta manera se obtiene el rendimiento de la máquina o equipo, considerando las pérdidas durante su operación en función del tiempo en que no ocurra la aspersión de la superficie, teniendo entonces un tiempo total de aspersión.

Donde:

$$T.T. = \frac{1}{0.1 (VA)} = h/ha$$

T.T. = Tiempo total o efectivo de aspersión

A = Ancho de trabajo

V = Velocidad de avance en m/min o Km/h.

0.1 = Factor de conversión a ha/h.

1 = Factor o inverso para conversión a h/ha.

Para determinar el tiempo efectivo durante la aspersión, se restan del tiempo total de la aspersión las pérdidas que ocurran durante la operación.

Donde:

T.E. = Tiempo efectivo

$$T.E. = T.T. - P_t$$

T.T. = Tiempo total

P_t = pérdidas de tiempo

Entonces el tiempo perdido y el efectivo de aspersión, es el tiempo total del trabajo de un aspersor, su eficiencia será:

Donde:

$$E = \frac{T_e + T_p}{T_e} \times 100$$

T_e = Tiempo efectivo de aspersión

T_p = Tiempo perdido

100 = Factor de conversión a %

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- * Los factores más importantes en la selección de un equipo de aspersión de agroquímicos son: el cultivo, el método de siembra, el volumen de aplicación y el producto por aplicar.
- * El aspersor elegido debe ser el más rentable para el usuario.
- * Son recomendables los equipos portátiles (mochilas aspersoras), para tratamientos menores a 5 hectáreas, en aplicaciones de BV y UBV adaptándose también a AV.
- * Con el equipo montado al tractor o de tiro pueden obtenerse mayores rendimientos durante una jornada de 8 horas en un día a diferencia de las mochilas; aplicándose mayores volúmenes y cubriendo mayor superficie. Una de sus desventajas principales es la compactación del terreno.
- * Los equipos aéreos son mucho más eficientes que los equipos mencionados con anterioridad, pero son rentables para el usuario si se aplican un mínimo de 10 hectáreas por día o más.
- * Las aspersiones aéreas solo se realizan en condiciones favorables de viento (temperatura, velocidad de viento, etc.), por lo que generalmente se realizan estas aspersiones en horas convenientes de trabajo (matutinas o vespertinas) dependiendo del lugar y clima.
- * Antes de realizar cualquier trabajo de aspersión es importante calibrar los equipos que se utilizan, obteniendo siempre la cantidad necesaria pa

ra una hectárea.

- * Para cada tipo de aspersor se considera un método de calibración específico. Debido a que sus capacidades son diferentes y los volúmenes de aplicación variables.
- * El arrastre de partículas depende de la velocidad del viento, así como del tamaño de gota, por lo que a mayor tamaño de gota será menor el arrastre en función de la intensidad del viento.
- * Un factor importante es la temperatura del ambiente; a mayor temperatura será mayor la evaporación del producto y es factible la alteración del ingrediente activo degradando sus propiedades tóxicas para el agente nocivo.
- * Es importante ajustar las alturas de aspersión, la colocación de las boquillas en el aguilón y ajustar los ángulos de aspersión ya que influyen en la distribución y cubrimiento correcto del producto aplicado.
- * Las medidas de seguridad son necesarias para evitar accidentes e intoxicaciones al usuario y a los animales cerca de los tratamientos así como la contaminación del agua y ayudan a conservar el equilibrio ecológico de las zonas sujetas de tratamiento.
- * Además de lo anterior el equipo de aspersión deberá mantenerse en condiciones óptimas de operación tomando medidas de limpieza general del sistema y el cambio de partes deterioradas.

- * Un buen control químico depende de las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, así como de personas involucradas en el conocimiento y manejo de estos trabajos de aspersión agrícola, como son agrónomos, -- técnicos, etc.

- * La correcta aplicación de un producto agroquímico debe ser en el tiempo adecuado, tanto en el desarrollo de las plantas y el ciclo de vida de la plaga considerándose siempre la etapa más apropiada de combate.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ANEXO I

GUIA DE SELECCION PARA APLICACION DE HERRICIDAS

	PREEMERGENCIA			POSTEMERGENCIA				
	INCORPORADO AL SUELO	APLICACION SOBRE LA SUPERFICIE			HERBICIDAS DE CONTACTO		HERRICIDAS SISTEMATICOS	
TIPO DE BOQUI-LLA		LM	S	R	S	B	S	B
TEEJET		o	o		b		o	
TEEJET STANDAR		b	b		b		b	
TEEJET EVEN				o		o		o
TWIN JET		b			o			
FLOODJET	b		b					
FULLJET	o						b	
CONEJET						o		

LM = Labranza mínima

S = Siembra

B = Banda

b = buena*

o = óptima*

* = Rango de extensión

ANEXO 2

TIPO DE BOQUILLA

CONE JET



DESCRIPCION

La punta de cono hueco produce atomización de rociado fino cubriendo perfectamente la superficie de plantas en línea por debajo y sobre las hojas

Pueden aplicarse herbicidas, insecticidas y fertilizantes.

DISC CORE



El cono hueco fuera de centro se utiliza para aplicar insecticidas donde el ancho de flujo es variable. Con altas presiones producen buena cobertura foliar. Se pueden aplicar fungicidas a altas presiones produciendo un tamaño de gota muy fino. En la aplicación de fertilizantes se puede hacer una selección entre cono sólido o hueco pudiéndose hacer aplicaciones foliares a altas presiones, con resistencia a la abrasividad química, presentando alta proporción de líquido.

TIPO DE BOQUILLA

DESCRIPCION

XR TEE JET



El rociador de extensión larga, se utiliza para la aplicación de insecticidas en cultivos donde se requiere alta penetración de rociado, para aplicar fungicidas es conveniente utilizar altas presiones.

TWIN JET



Las puntas rociadoras gemelas planas (lisas) aplican insecticidas y herbicidas de contacto con buena penetración de rocío.

FLOOD JET
(INUNDACION)



La punta de inundación produce un ángulo de rocío plano, - para aspersión de fertilizantes y herbicidas. En estos últimos en tratamientos de incorporación al suelo y preemergencia (ver anexo 1), la aplicación de fertilizantes es generalmente en suspensión.

TIPO DE BOQUILLA

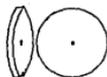
DESCRIPCION

TEE JET



La punta de flujo sólido permite aplicar fertilizantes en forma dirigida con agulones o en fajas mantadas sobre un eje.

ORIFICE PLATES
(COJINETES
PERFORADOS)



Los cojinetes perforados son utilizados como reguladores de flujo en fertilizantes y fumigantes. El regulador de flujo es usualmente montado atrás del perno del cultivador para inyección de superficies o en aplicaciones de rocío superficial.

GLOSARIO

Aguilón	Barra portaboquillas o pértiga de aspersión de un aspersor de agroquímicos.
Anemómetro	Instrumento que sirve para medir la velocidad del viento.
Aspersión aérea	Tratamiento de superficies con productos plaguicidas con aeronaves.
Aspersión terrestre	Aplicación de plaguicidas con equipo de aspersión terrestre.
Aplicación de AV	Aplicaciones de plaguicidas con volúmenes de 600 - 1/ha. o más.
Aplicación de BV	Aplicación de plaguicidas con volúmenes entre 5 y 600 l/ha.
Aplicación de UBV	Aplicación de plaguicidas con volúmenes menores de 5 a 1/ha.
Bomba de aspersión	Mecanismo de un aspersor que transforma la energía mecánica en energía hidráulica para proporcionar la presión de aspersión de un fluido.

Boquilla o emisor	Parte de un aspersor que atomiza el pesticida rociándolo sobre la superficie, con un ángulo de aspersión determinado.
Calibración	Graduación de un aspersor para obtener un régimen o-gasto de líquido uniforme.
Clima	Conjunto de factores ambientales, tales como la temperatura, luz solar, precipitación, etc.
Concentración emulsionable	Sistema líquido de una sola fase que contiene uno o-más disolventes, agentes tensoactivos y que posee la propiedad de formar una emulsión cuando se mezcla -- con el agua.
Control biológico	Uso de organismos benéficos para el control de pla--gas.
Control cultural	Uso de prácticas como la rotación de cultivos, inter-calados, etc. utilizados en el manejo del suelo.
Control de malezas	Uso de medios físicos, mecánicos, químicos, etc. re-ativos para el combate de hierbas perjudiciales para los cultivos.
Control mecánico	Uso de aperos e instrumentos de labranza, manuales o motorizados para el control de plagas.

Control integrado	Uso de 2 o más métodos (físicos, químicos, etc), ecológicamente aplicados para el control de plagas.
Control legal	Uso de leyes establecidas para el control de plagas que pueden afectar los cultivos.
Control químico	Uso de sustancias tóxicas (plaguicidas) para combatir plagas.
Cultivo agrícola	Conjunto de plantas benéficas para el hombre y su provecho.
Cultivo cerrado	Sembrado en surcos que tienen una distancia entre sí, menor a 30 cm. (al voleo).
Cultivo limpio	Cultivo en hileras o surcos a una distancia de 30 cm entre líneas.
Densidad	Cantidad o volumen de producto por unidad de superficie.
Desecante	Compuesto químico que promueve la deshidratación o reducción de la humedad del tejido de las plantas.
Detergentes	Sustancia que contiene las propiedades emulsificantes y surfactantes como el jabón.

Dosis	Cantidad de plaguicida en forma líquida, sólida o gaseosa, que es aplicada en una superficie.
Ecología	Estudio de las interacciones de los organismos y el medio ambiente donde se desarrollan.
Emulsión	Sistema de dos fases, una continua y otra discontinua (aceite en agua).
Formulación	Forma o estado en el que se vende comercialmente --- (presentación), un pesticida, polvos, concentrados - líquidos o gases (fumigantes).
Fumigante	Sustancia química volátil (gas) para el control de plagas agrícolas.
Gasto	Cantidad de pesticida en forma líquida que es dosificada en l/min o l/seg.
Herbicida	Sustancia química utilizada para inhibir el crecimiento o causar la muerte de plantas consideradas nocivas para el hombre.
Insecticida	Sustancia tóxica relativa a los insectos que causa la muerte de estos o inhibe su propagación y desarrollo.

Ingrediente activo	Sustancia química con acción plaguicida que es capaz de prevenir, repeler, evitar plagas y tiene propiedades tóxicas.
Mezcla	Combinación de dos compuestos sin perder sus propiedades.
Oxidación	Es la entrega de electrones de una molécula a otra, se dice que es una sustancia se oxida cuando cede -- electrones.
Plaguicida	Sustancia que sirve para controlar insectos, roedores, hongos y otras formas vegetales o animales, consideradas perjudiciales.
Polvo humectable	Formulación de un pesticida en estado sólido (polvo) que forma una suspensión al combinarse con el agua, formando un compuesto adherible.
Efecto residual	Persistencia de la acción de un compuesto.
Solución	Mezcla homogénea de un soluto y un solvente.
Surfactante	Compuesto con características hifrofilicas y lipofílicas que influyen en la tensión superficial del líquido (compuesto).

Suspensión	Líquido o gas en el cual las partículas de dos compuestos, están dispersas pero no disueltas.
Tensión superficial	Fuerza de atracción desarrollada en la superficie de un líquido.
Viscosidad	Resistencia de un líquido a fluir.
Volatilidad	Tendencia de un compuesto químico a evaporarse.

SIMBOLOGIA

a	Acre
cm	Centímetro
Cm^2	Centímetro cuadrado
Cm^3	Centímetro cúbico
gal.	Galón
g.	Gramo
gal/mín	Galones por minuto
H	Altura
ha.	Hectárea
h	Hora
Kg	Kilogramo
Kg/cm^2	Kilogramo por centímetro cuadrado
Km	Kilómetro

Km/h	Kilómetro por hora
l	Litros
l/ha	Litros por hectárea
l/min	litros por minuto
lb	Libra
mm	Milímetro
m	metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
ml	Mililitro
m/seg	Metros por segundo
cc/min	Centímetros cúbicos por minuto
MPH	Millas por hora
M	Milla

min	minuto
χ°	Grados (ángulo)
psi	Libras por pulgada cuadrada
s o seg	Segundos
t	Tiempo
v	Velocidad
M	Micra

CONVERSIONES COMUNES AL SISTEMA METRICO

1 ton. métrica	1,000 Kg.
1 onza flúida	0.2957 litros
1 litro	1.000 cc.
1 galón	3.785 litros
1 onza (Av)	28.35 gramos
1 libra	0.454 gramos
1 pulgada	2.54 cm.
1 m.	100 cm.
1 Km.	1,000 m.
1 yarda	91.44 cm.
1 ha.	10,000 m ²
1 pie cúbico	29.32 litros
1 parte por millón (ppm)	1 mg/l
1 m ³	1,000 litros
1 pulgada ²	6.452 cm ²
1 milla	1,609 m.
1 Kg/cm ²	1.000 g/cm ²
1 l/min	16.6 ml/seg
1 psi	0.454 g/6.45 cm ²

NOTA: Las conversiones que se hacen de volumen de líquidos a unidades de masa (peso) están basadas en condiciones de temperatura ambiental (72^o-F ó 20^o C) a presión barométrica al nivel del mar. Siendo las anteriores condiciones promedio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. Stone Archis. 1985 Biblioteca de Agricultura tomo V (Machines for Power Farming) Ed. CECSA. México.
- 2.- Bovey, R. 1984. La defensa de las Plantas Cultivadas Ed. Omega, Barcelona Esp.
- 3.- Borgman E. Donald, 1974 Fundamentos de funcionamiento de Maquinaria (tractores) FMO John Deere Company Moline, Illinois USA.
- 4.- Ciba - Geigy. Manual de Calibración Aérea de bajo y ultrabajo volumen de pesticidas. México.
- 5.- D. Berlinj, Johan 1985. Maquinaria para el manejo de cultivos. SEP. (Manual de educación agropecuaria). Area; Maquinaria Agrícola. Ed. Trillas. México.
- 6.- Detroux, L. 1974. Los herbicidas y su empleo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Arg.
- 7.- F.A.O. 1971. Tillage and seeding practicas machines for crop production in semi-arids-areas.. FAO No. 92 Roma, Ita.
- 8.- Garcidueñas, Rojas M. 1984. Manual teórico práctico de herbicidas y -fitorreguladores. Ed. Limusa. México
- 9.- Gómez Angel 1979. Aplicación aérea de agroquímicos. Ed. TOA (Manuales de Orientación Técnica Agropecuaria), Bogota, Col.
- 10.- González, Aceves F. Diseño y Construcción de un equipo para la aplicación de pesticidas. Boletín técnico No. 28 Depto. de Irrigación de, Chapingo México. UACH.

- 11.- G. Tejero. 1982. Plagas y enfermedades de las plantas Ed. Dossat. Barcelona, Esp.
- 12.- Hugh. A. Harold 1972. Fundamentals Machines Operation on crop chemicals. FMO. (Hohn Deere Publications), Moline, Illinois EUA.
- 13.- H. Otto 1954. Introducción a la biología de las plagas agrícolas causadas por insectos y métodos de combatirlos. Ed. Porrúa. México.
- 14.- Hunt, Donnell 1986. Maquinaria Agrícola. Ed. Limusa, México.
- 15.- Iowa State University 1978. Manual de agricultura. Ed. CECSA. México
- 16.- J.V. Marsico, Oswald 1980. Herbicidas y Fundamentos de control de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Arg.
- 17.- Klingman, C. Gleen 1980. Estudio de plantas nocivas. Ed. Limusa, --- México.
- 18.- Micronair AV 5000. Mini Atomizador. Operators Had Books y Parts Catalogue.
- 19.- N.A.S. (National Academy Science) 1982. Manejo y control de plantas nocivas. Ed. Limusa. México Vol. II
- 20.- N.A.S. 1982. Manejo y control de plagas de insectos. Ed. Limusa. --- México.
- 21.- Robins, N.W. 1955. Destrucción de malas hierbas. Ed. Hispano americana. México.

- 22.- Spraying Systems (folleto). Boquillas de aspersion y accesorios para la agricultura. Cat. # 37. (Comercial Arce). México.
- 23.- Universidad de Filipinas 1978. El cultivo del arroz Tomo V Ed. Limusa. México.
- 24.- Ursua, Soría F. 1983. Manual de equipos y técnicas de aplicación de plaguicidas. Ed. IAP. (Ingenieros Agrónomos Parasitólogos). CONAAT México.
- 25.- Velez, Enrique 1973. Parasiticidas Agrícolas. ENACH (Escuela Nacional de Agricultura) Chapingo, México.
- 26.- Vochelle, J. 1971. Los enemigos de los cultivos. Ed. AEDOS. Barcelona, Esp.

FE DE ERRATAS

<u>Página</u>	<u>Línea</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
7	14	aparecen el	aparecen en el
9	1	difno	diseño
12	4	autopropulsores	autopropulsados
14	6	gentes	agentes
18	6	bomas	bombas
28	5	al flujo entre	el flujo entra
38	4	a	al
38	11	funcinamiento	funcionamiento
46	7	Bara	Barra
50	2	fig. 18	fig. 19
55	6	siguiente	siguiente
74	7	considerador	considerando
85	16	reltivos	relativos