

84  
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**PROCESO DE FABRICACION DE  
INSECTICIDAS EN AEROSOL PARA USO  
EN EL HOGAR**

**TRABAJO ESCRITO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A**  
**ADOLFO PACHECO CESPEDES**



MEXICO, D. F.

1991

**FALLA DE ORIGEN**



## **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.

# INSECTICIDA EN AEROSOL PARA USO

## DOMESTICO

### I N D I C E

- 1.- ANTECEDENTES E INTRODUCCION
- 2.- GENERALIDADES SOBRE AEROSOLES
- 3.- DEFINICION DE AEROSOL
- 4.- FUNCIONAMIENTO DE UN AEROSOL
- 5.- COMPONENTES DE UN AEROSOL
  - 5.1. RECIPIENTES
  - 5.2. VALVULAS
  - 5.3. ACTIVADORES
  - 5.4. CONCENTRADO
  - 5.5. ACTIVOS
  - 5.6. SOLVENTES
  - 5.7. PERFUMES
  - 5.8. SINERGISTAS
  - 5.9. ANTIOXIDANTES
  - 5.10. EMULSIFICANTES
  - 5.11. PROPELENTES
- 6.- CLASIFICACION DE AEROSOLES
- 7.- METODOS DE FABRICACION
- 8.- PRINCIPALES PROBLEMAS EN LA FABRICACION DEL AEROSOL
- 9.- SELECCION DE LOS DIFERENTES PROPELENTES
- 10.- DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE PROPELENTE
- 11.- CONCLUSIONES

## 1.- ANTECEDENTES

El presente trabajo es el resultado de la experiencia obtenida al laborar en una empresa formuladora de insecticidas para uso doméstico.

Uno de los fines que se busca al realizar éste trabajo es cumplir de la mejor manera con el requisito de la cuarta opción de titulación establecida por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Química mediante un paquete terminal de cursos de Educación Continua y la presentación de un trabajo escrito.

Otro de los fines que cumple éste trabajo es el de presentar la información resumida y necesaria para el área de fabricación de insecticidas, ya que, parte de ella existe en libros de texto, otra gran parte se ha ido acumulando en publicaciones técnicas de fabricantes, proveedores de equipo y materias primas así como de revistas especializadas. Como resultado de lo anterior es que se proyectó la realización de éste trabajo que presenta de una forma resumida éste tipo de información.

A fin de introducirnos en el tema de insecticidas de uso doméstico es necesario definir de manera general algunos conceptos que se utilizarán a lo largo de éste trabajo.

Los insecticidas son sustancias químicas, ya sea de origen natural o sintético utilizados para el control de los insectos, causandoles la muerte por contacto o por ingestión.

Los insecticidas se presentan en diferentes estados físicos, de tal manera que en ocasiones tenemos los insecticidas líquidos que son aplicados por atomización sobre los insectos o

indirectamente al aplicarlos en las áreas que los mismos insectos frecuentan, los insecticidas también se usan como polvos, aplicados de forma semejante a los líquidos.

En el caso de los insecticidas de uso doméstico la forma moderna más aceptada es el insecticida en aerosol por las ventajas prácticas de su uso.

Un insecticida en aerosol es un agente activo envasado a presión en un recipiente adecuado en el que la fuerza de expulsión del contenido es proporcionada por un gas llamado propelente.

La importancia de los insecticidas de uso doméstico radica precisamente en ser el medio para controlar a los insectos y evitar la transmisión de un gran número de enfermedades.

## INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es crear un documento actualizado en los procesos de fabricación de insecticidas en aerosol para uso doméstico que contenga desde las materias primas y criterios para su selección hasta las más recientes innovaciones ya sea en los procesos ó en las materias primas y materiales de envase.

La tecnología en todas las áreas presenta una evolución continua, originada por la necesidad de responder a los cambios científicos, económicos y sociales resultado del avance de la humanidad.

Los avances tecnológicos deben responder de forma general a las necesidades humanas y de manera más específica, las necesidades de un sector particular creando los bienes o servicios que cubran esa demanda en especial.

En el caso de la industria de envasado de insecticidas en aerosol para uso doméstico, desde su inicio hasta la fecha se ha desarrollado en su intento de satisfacer las necesidades de un mercado cambiante y específico de cada zona ó país. En este aspecto es donde se encuentra el objetivo del presente trabajo.

Esta tesis comprende fundamentalmente la exposición y análisis del proceso de producción de insecticidas en aerosol, así como de cada uno de sus componentes y las perspectivas futuras de ésta industria.

## 2.- GENERALIDADES SOBRE INSECTICIDAS EN AEROSOL

Los insecticidas en aerosol son productos químicos envasados en un recipiente a presión para uso en el hogar y que justifican su existencia debido a las enfermedades transmitidas al hombre por medio de los insectos; unas veces por simple contagio o transmisión y otras porque el agente patógeno precisa de su paso intermedio por el insecto; por ejemplo la fiebre palúdica, fiebre amarilla, enfermedad del sueño, peste bubónica, tifo, cólera, encefalitis, filaríasis, En otros casos por el peligro de la picadura de animales como los alacranes, arañas, hormigas y otros.

El principal medio de combatir éstas enfermedades es-triba precisamente en controlar la proliferación de los insectos que las transmiten, ya sea el mosquito, la pulga, moscas, cucarachas. Las cifras tan altas de personas que mueren al año en el mundo por éste tipo de enfermedades no precisa más comentario para comprender la enorme importancia de los insecticidas. Es preciso señalar que la tendencia actual en el combate de los insectos se basa en un control de éstos y no en el exterminio total de los mismos. Las técnicas de control actual son de diferentes tipos y adecuadas para cada clase de insecto como por ejemplo el uso de insecticidas selectivos, el control biológico y aún el control genético y otras técnicas. En éste aspecto es muy importante el papel que desempeñan las empresas fabricantes o formuladoras de insecticidas para difundir entre el público usuario de éstos productos la información necesaria, de

tal manera que se use el insecticida específico, en la forma y cantidad adecuadas y con las medidas de seguridad necesarias a fin de no causar problemas presentes o futuros derivados del uso de éste tipo de productos.

Las empresas mezcladoras o formuladoras de pesticidas son aquellas que se dedican a fabricar productos para uso directo en el control de plagas a partir de las sustancias activas (pesticidas grado técnico) Haciendo preparaciones o formulaciones con ayuda de disolventes, emulsificantes, estabilizadores, activadores de tensión superficial, sinergistas, dispersantes. Los fabricantes de insecticidas en aerosol para uso en el hogar son precisamente este tipo de empresas.

Las sustancias activas son muchas, de diferentes tipos y cada una tiene una determinada toxicidad, reportada en la literatura técnica especializada como un "Valor LD-50" que es la dosis en miligramos por kg. de peso corporal del insecto, requerida para matar a 50% de la población de animales de prueba

La siguiente es una clasificación de insecticidas de acuerdo al grado de toxicidad: <sup>1</sup>

LD-50

	<u>(mg/kg)</u>
1.- Extremadamente tóxico	1
2.- Altamente tóxico	1 - 50
3.- Moderadamente tóxico	50 - 500
4.- Ligeramente tóxico	500 - 5000
5.- Prácticamente no tóxico	5000 0 15000
6.- Relativamente inofensivo	15000

Los insecticidas pueden penetrar al cuerpo del insecto de dos formas, esto depende de la forma en que se aplique, el tipo de insecto y las características físico-químicas del insecticida.

- 1.- Meza Nieto José, Martínez Torner Florentino (Traduc.)  
Insectos, Plagas de la Agricultura y Sistemas para combatirlas  
United States Department of Agriculture

### INSECTICIDAS POR CONTACTO

Este término se refiere a sustancias, que en una concentración adecuada matan al insecto al penetrar a través de su membrana o cubierta (exoesqueleto) aprovechando la característica de liposolubilidad de este tipo de insecticidas, ejemplo de éste tipo de insecticidas son las piretrinas.

### INSECTICIDAS POR INGESTION

Son aquellos insecticidas que es necesario que el insecto los coma ya que actúan sobre el sistema digestivo para después llegar a todo el organismo.

### 3.- DEFINICION DE UN AEROSOL

La definición de la palabra aerosol, es referida a un estado físico en el cual partículas muy finas de líquido ó sólido están suspendidas en un GAS. La niebla por ejemplo es un aerosol natural. Sin embargo se tiene que el término aerosol desde el punto de vista fisicoquímico entra dentro de la clasificación del estado coloidal.

En la industria del aerosol el término "Aerosol" inicialmente tuvo el mismo significado anterior, pero en 1955 la CHEMICAL SPECIALTIES MANUFACTURERS ASSOCIATION (CSMA) publicó un Glosario de términos empleados en esa industria, en donde se hizo una distinción entre los términos "Aerosol" y "Producto en Aerosol" y precisamente definió a éste último como "Un producto envasado atomizable en el que la fuerza de expulsión del contenido es proporcionado por un gas".

Actualmente se ha dado en llamar aerosol a un recipiente sujeto a presión interna, que contiene un ingrediente activo o mezcla de varios de ellos llamado concentrado y un gas llamado Propelente, el cual tiene la función de producir la fuerza para que el concentrado sea expulsado cuando se opera la válvula del recipiente. Esto provee un económico y eficiente medio de presentación de miles de productos al consumidor, tales, como insecticidas, crema de afeitar, acondicionador para el pelo, aromatizantes de ambiente, desodorantes, medicamentos, Por lo anterior el aerosol forma parte de la industria del envasado a presión.

El envasado en aerosol se comenzó a desarrollar en los primeros años de la segunda guerra mundial, cuando los trabajos de Goodhue y Sullivan dieron lugar al envasado de un insecticida con Diclorodifluorometano en un recipiente metálico cerrado, que permitía la salida del insecticida al operarse la válvula de descarga; el trabajo de éstos hombres dió lugar a la primera patente de tipo no comercial; conjuntamente se tenía el nacimiento de una nueva industria.

Sin embargo las primeras patentes y productos manufacturados en forma comercial se envasaron con cloruro de etilo como Propelente, debido al menor costo de éste producto en relación con el Diclorodifluorometano. Gevaller introdujo al mercado el envasado en aerosol, el producto fué un anestésico local, usando como propelente el Cloruro de Etilo.

#### 4.- FUNCIONAMIENTO DE UN AEROSOL

Básicamente un producto en aerosol es una mezcla de Gas Propelente, solventes e ingredientes activos, envasados a presión en un envase deseado y equipado éste último con una válvula adecuada.

Cuando la válvula es accionada, el propelente forza al concentrado a salir desde el fondo del recipiente por el tubo que está sumergido en el líquido lográndose la atomización del producto; Esto es, que tan pronto como el líquido sale del recipiente y queda en contacto con la atmósfera, parte del propelente se

evapora, parte de las moléculas del propelente chocan con moléculas del concentrado y como el propelente se vaporiza en el aire, el aerosol queda en el ambiente como un fino rocío. Por lo tanto se puede ver que el gas propelente no solo proporciona la presión para forzar al aerosol hacia fuera del recipiente, sino, que además pulveriza el concentrado en gotas más pequeñas logrando así mayor eficiencia en la atomización. El funcionamiento de un aerosol se ilustra en la figura No. I

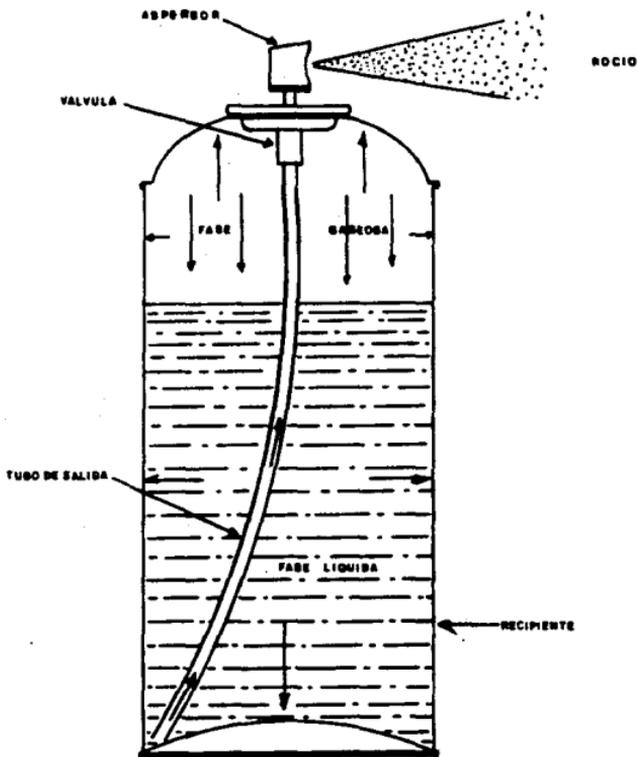


Figura No.1 FUNCIONAMIENTO DE UN AEROSOL

## 5.- COMPONENTES DE UN AEROSOL

Al hablar de un producto envasado en aerosol se había mencionado que está formado básicamente por una mezcla de gas propelente, solventes, ingredientes activos y un envase; en este capítulo se tratará con más detalles de los componentes de un producto en aerosol de manera que tengamos una idea más completa de los elementos que lo forman.

### 5.1 RECIPIENTES

Los recipientes para aerosol generalmente tienen la forma cilíndrica, el fondo concavo, una válvula en la parte superior que varía de acuerdo al tipo de envase así como otras características especiales de cada uno de ellos. De estas características podemos mencionar las siguientes:

#### 5.1.1 RESISTENCIA A LA PRESION INTERNA

Independientemente del material con que esté construido el envase de aerosol debe ser capaz de resistir la presión interna a la que está sometido durante el proceso de llenado, y ya que la presión es directamente proporcional a la temperatura, el envase también deberá soportar los cambios en la presión que se llegará a presentar durante el transporte y almacenamiento del producto en los diferentes climas.

La resistencia de los envases está determinada por la presión interna del producto (concentrado + propelente) y para fines prácticos se utilizan las especificaciones norte-

americanas; esto es el U. S. DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION (DOT), éstas se refieren, y se exponen a continuación:<sup>10</sup>

ENVASES "ESTANDAR"

Presión de envasado : Máximo 140 Psig

Temperatura máxima : 130°F (55°C)

Capacidad máxima : Hasta 27.7 Onzas de Liq. (50 Pulg Cúbicas)

Resistencia : Hasta 210 Psig

Espesor de lámina : Mínimo 0.006"

10.- R.M. Graziano's Tariff No. 31  
Hazardous Material Regulations of the Department  
Transportation by Air, Rail, Highway and Water.  
March 21, (1977)

ENVASES CLASE DOT 2 P 10

Presión de envasado : de 140 Psig a 160 Psig máximo

Temperatura máxima : 130°F (55°C)

Capacidad máxima : hasta 27.7 Onzas Lfq. (50 pulg cúbicas)

Resistencia : hasta 240 Psig

Espesor de lámina : mínimo 0.0007"

ENVASES CLASE DOT 2 Q 10

Presión de envasado : de 160 Psig a 180 Psig máximo

Temperatura máxima : 130°F (55°C)

Capacidad máxima : hasta 27.7 Onzas Lfq. (50 pulg cúbicas)

Resistencia : hasta 270 Psig

Espesor mínima : mínimo 0.008"

Adicionalmente a lo anterior las tres clases de envase deben cumplir con lo siguiente:

- La capacidad en ningún caso debe exceder de 50 pulgadas cúbicas.

10.- Ibid. , p. 13

- Los envases de aerosol no se deberán llenar a su máxima capacidad, esto es que no se debe llenar al 80% de su volumen como regla general.
- El empaque exterior (caja corrugada) deberá tener resistencia para resistir la transportación y la estiba durante el almacenamiento.
- Cada aerosol deberá pasar por una prueba de elevación de temperatura hasta que la presión interna sea equivalente a la presión de equilibrio del contenido a 130°F (55°C) sin evidencia de daños, deformación a fugas.

### 5.1.2 RECUBRIMIENTO INTERNO

El recubrimiento interior de los envases de aerosol metálicos funciona como una barrera para prevenir que exista reacción entre el producto y el envase y para incrementar la resistencia del bote contra la corrosión. Además de que la parte interna del envase podría contener impurezas del recubrimiento de estaño o soldadura que iniciará reacciones de descomposición del producto.

Se usan diferentes tipos de recubrimientos de acuerdo al contenido del aerosol, la selección se puede hacer consultando la literatura existente, también se puede auxiliar con los fabricantes de envases que ya cuentan con especificaciones comunes, o pueden ayudar a desarrollar el recubrimiento interior apropiado. A continuación se presenta una tabla con los recubrimientos típicos usado en envases para aerosol.

Muchos productos en aerosol en base orgánica (oleosa) son tan poco corrosivos que no es necesario que el envase tenga recubrimiento interior, aún algunos productos base acuosa es posible envasarlos en botes sin recubrimiento mediante la adición de sustancias inhibidoras de la corrosión como el nitrito de sodio y reguladores de pH como la morfolina.

RECUBRIMIENTOS TÍPICOS EN ENVASES DE AEROSOL

<u>CLASIFICACION GENERAL</u>	<u>TIPOS</u>	<u>USOS REPRESENTATIVOS</u>
EPOXICOS	EPOXICOS	Las resinas son buenas como recubrimiento general para productos formulados en base agua, alcohol/agua y solventes suaves
FENOLICAS	FENOL-FORMALDEHIDO	Los envases con recubrimiento fenólico proveen una excelente resistencia para una amplia gama de productos corrosivos.
VINILICOS	RESINA DE SOLUCION	Los recubrimientos vinílicos se usan normalmente para las partes superiores del envase y protegerlas del ataque de los productos corrosivos.
VINILICOS	RESINA DE DISPERSION	Los organosoles pueden ser aplicados como películas gruesas para dar una resistencia extra requerida por algunos productos.
SISTEMAS DE CAPA DOBLE	EPOXI/VINILICA EPOXI/FENOLICA DOBLE CAPA VINILICA	En éstos sistemas de doble capa se combinan las propiedades de los componentes dando una excelente protección para productos corrosivos.
FRANJAS POST-SOLDADURA	VINILICAS FENOLICAS EPOXI/VINILICAS	Franja de recubrimiento aplicado sobre la costura o soldadura interior del envase despues que ha sido soldado para proteger áreas no cubiertas por el recubrimiento -- regular.
FRANJAS PRE-SOLDADURA	EPOXI/FENOLICAS	Franja de recubrimiento aplicado sobre la costura interior antes de que haya sido soldado

### 5.1.3 RECUBRIMIENTO EXTERNO

En el caso de envases metálicos, es necesario que los botes de productos en aerosol cuenten con su recubrimiento externo para prevenir la corrosión debida a los efectos del medio ambiente ó debido a la fase del proceso de envasado en que son sumergidos en agua como parte del control de calidad.

Para evitar daños en los envases se toman las siguientes medidas:

- a) Recubrimiento en domo y fondo del envase. En este caso se utilizan recubrimientos del mismo tipo que para el interior del bote pues debido a la forma del domo y el fondo, aunadas al engargolado que los une con el cuerpo se presentan problemas de corrosión.
- b) Recubrimiento en el cuerpo cilíndrico. En la parte cilíndrica externa del envase es poco común que se presenten problemas de corrosión a excepción de la zona de unión o costura del bote, cuando el envase está hecho de tres piezas. Para resolver éste tipo de problemas se puede aplicar una franja de recubrimiento post-soldadura y en ocasiones cuando el bote es litografiado la misma capa de pintura sirve como recubrimiento.

El litografiado de los envases es una de las formas de imprimir en la parte externa del envase la marca, logotipo, características, instrucciones y demás requerimientos legales del producto, con éste sistema

se logra una excelente presentación del envase, pero tiene la desventaja de que cuando se trabaja con diferentes presentaciones y en una misma capacidad, habrá de contarse en almacén con un inventario suficiente para cada presentación; Éste inconveniente se resuelve en ocasiones sacrificando un poco la presentación de la siguiente manera:

Se deberá contar con una cantidad de envases sin litografiar de la misma capacidad y que sean comunes a varias presentaciones o productos, en lugar de litografía se utiliza una etiqueta que cubre toda la parte cilíndrica del envase. Esto obviamente vuelve al proceso de envasado más lento y aumenta los costos de producción en ese aspecto, pero a cambio nos da versatilidad en el manejo de inventarios en número de envases almacenados y en el costo de materiales, aún considerando el costo de la etiqueta.

Otros aspecto que se toma en cuenta al seguir éste tipo de procedimiento es el factor de disponibilidad, pues existen mucho más fabricantes de etiquetas que de envase para productos en aerosol.

#### 5.1.4 DIMENSIONES DEL ENVASE

En la industria de fabricación de envases para aerosol se ha establecido un sistema para denominar los envases de acuerdo a su tamaño, éste sistema consiste de un número de 3 dígitos; el primer dígito indica las pulgadas y los dos siguientes una fracción de pulgada en dieciseisavos (1/16), el primer número de la pareja se refiere al diámetro y el segundo a la altura. Por ejemplo un envase cuya denominación sea 211 X 604 tiene unas dimensiones de:

Diámetro : 2 11/16"

Altura : 6 4/16"

Estas medidas se consideran desde el fondo del envase hasta el domo. Como cada par de medidas corresponde a una capacidad en onzas de fluido, también se denominan por su volúmen, en éste caso es el envase de 16-Oz.

La siguiente tabla muestra los tamaños de envases más comunes en la industria de insecticidas. En México.

#### CAPACIDAD DE ENVASES METALICOS PARA AEROSOL

DIMENSIONES	ONZAS DE FLUIDO		REAL PULG <sup>3</sup>	REAL <sub>3</sub> PULG <sup>3</sup>
	NOMINAL	REAL		
202 X 700	10	12.4	22.3	367
202 X 708	12	13.4	24.1	393
207.5 X 413	10	11.6	20.9	343
207.5 X 509	12	13.4	24.1	393
207.5 X 701	16	16.9	30.5	500
211. X 604	16	17.8	32.2	527

6.- Ibid., p. 17

### 5.1.5 TIPOS DE ENVASE PARA AEROSOL

De acuerdo al material con que están contruidos existen varios tipos de envases para aerosol, aún que en el caso de insecticidas para uso doméstico el envase de hojalata de 3 piezas es el de uso común, el cuadro siguiente nos mostró los diferentes tipos de envases para aerosol en cuanto a material de construcción.

#### 1.- ENVASES DE HOJALATA

- a) Envases de 3 pzas. con costura lateral engargolada y estañada
- b) Envase de 2 pzas. troquelados
- c) Envases de 3 pzas. con costura lateral soldada.

#### II.- ENVASES DE ALUMINIO

#### III.- ENVASES DE VIDRIO

#### IV.- ENVASES DE PLASTICO

#### I.- ENVASES DE HOJALATA

El material más común usado para envases de acero es la hojalata, ésta es una lámina de acero al carbón en varios calibres con un recubrimiento de estaño en su superficie.

La capa de estaño es depositada en la superficie de la lámina de acero por métodos electrolíticos, los espesores de la hojalta son normalmente de 0.010 a 0.012 pulgadas y el espesor de la capa de estaño varía de 0.00003 a 0.00010 pulgadas ó sea un espesor promedio de 0.000065 pulgadas.

## ENVASES DE 3 PIEZAS CON COSTURA LATERAL ENGARGOLADA Y SOLDADA

Las 3 pzas. de que está formado éste envase son el cuerpo cilíndrico con costura lateral, el domo donde se encuentra la válvula y el fondo normalmente concavo. Este tipo de envases es uno de los más comunes, se fabrican en muchos tamaños, con y sin recubrimiento interno y externo.

Estos envases por su construcción cumplen con las normas de construcción "Estandar" y DOT 2P

El proceso de fabricación de éste tipo de envase se inicia con el corte de la hojalata en rectángulos adecuados a la medida del envase a fabricar. Primero se realiza el engargolado lateral del envase, después se pasa el lado engargolado por un baño de soldadura para resistencia y hermeticidad a ésta unión.

El paso siguiente es ensamblar el cuerpo cilíndrico con el fondo concavo y el domo convexo con un agujero central que dará cabida a la válvula. Para asegurar la hermeticidad de estas uniones se integra en el engargolado un compuesto sellador normalmente a base de hule sintético, resina y cargas.

La soldadura normalmente es de dos tipos; plomo ó estaño; la de plomo es la más usual con una composición de 98% plomo y 2% estaño, el estaño es agregado para aumentar la eficiencia de la soldadura en la hojalata, para una soldadura de mayor resistencia se puede sustituir parte del estaño por plata.

La soldadura de estaño puro tiene poca resistencia, pero se puede mejorar haciendo una aleación con plata y antimonio; en las proporciones adecuadas se logra una calidad semejante a la soldadura de plomo.

Esto puede ser necesario en el caso de que no se desee el riesgo de la reacción del contenido del producto con el plomo.

#### ENVASES DE DOS PIEZAS TROQUELADAS

Este envase está formado por 2 pzas.; una de ellas es el fondo concavo semejante al interior y la otra es el cuerpo cilíndrico sin costura lateral formado por el método de troquelado en varios pasos. Este tipo de envases es uno de los más antiguos, es muy resistente por lo que cumple con las especificaciones DOT 2P y DOT 2Q, debido a su proceso de fabricación el cuerpo no está estañado pero con un buen recubrimiento interno es muy resistente a la corrosión. Debido al proceso de troquelado no se fabrica más que en dos o tres de las capacidades.

Para fabricar éste tipo de envase se parte de un disco de acero en el que por medio de un troquel se forma el domo para a continuación, con el mismo material formar el cuerpo cilíndrico.

El segundo paso del proceso consiste en hacer el agujero en el domo que servirá para colocar la válvula, después de ésta operación se une el fondo concavo al cuerpo cilíndrico, esta unión es engargolada usando también un compuesto de hule sintético para asegurar la hermeticidad

## ENVASES DE TRES PIEZAS CON COSTURA LATERAL SOLDADA

Este tipo de envase esta formado por un domo convexo con perforación estandar de 1" para colocación de la válvula, el fondo concavo y el cuerpo cilindrico, todos ellos en hojalata.

Este tipo de envase surgió como una alternativa del envase de 3 pzas. con costura lateral engargolada y elimina la operación de estañar después de haber unido por medio del engargolado, además de una buena cantidad de material, ya que la lámina apenas traslapa en la unión, cuenta además con otras ventajas como:

- Permite la litografía continua en todo su perímetro
- Estéticamente es más atractivo al consumidor
- Una ventaja más es el hecho que la soldadura no contenga plomo.

Obviamente éste envase también tiene algunas desventajas comparando con el envase engargolado y estañado, pues algunos productos corrosivos presentan una mayor estabilidad en envases con soldadura de estaño debido a que la soldadura de estaño actúa como un anodo de sacrificio.

Debido a que la unión del domo y el fondo son engargoladas, éstos envases cubren las especificaciones "Estandar" y DOT 2P

Por las razones expuestas, actualmente el envase de 3 pzas. con costura lateral soldada es el de mayor uso en la industria de insecticidas en aerosol en México.

El proceso de fabricación de éstos envases parte de rectángulos de hojalata de las medidas adecuadas para cada tamaño de envase, se les da forma cilíndrica por medio de rodillos, en el lado de la costura la lámina queda traslapada de 1.5 a 2 mm. que es lo necesario para soldar.

La estación de soldadura es un sistema de resistencia controlada electrónicamente y que usa dos electrodos de cobre con lo cual se obtiene una soldadura uniforme y de alta calidad, angosta y a prueba de fugas. Después de soldar, el cuerpo cilíndrico, este es transportado a una línea tradicional para ensamblarlo con el fondo y el domo.

Existen otros procesos similares que al mejorar la estación de soldadura, se han logrado líneas de mayor eficiencia en la producción de envases de costura lateral soldada.

## II.- ENVASES DE ALUMINIO

Los envases para aerosol fabricados con aluminio tienen muy poco uso en la industria del aerosol debido principalmente a su alto costo que es bastante más alto que el de los envases de acero.

En general los envases de aluminio se usan cuando la apariencia del producto envasado es más importante que el costo, como es el caso de los cosméticos y perfumes.

Debido al proceso de fabricación de este tipo de envases resultan con características de resistencia mecánica muy buenas por lo que cumplen con las especificaciones DOT 2P y DOT 2Q, sobre todo en el caso de los envases de una sola pza. otras ventajas con las que cuentan es que son muy ligeros, no presentan problemas de corrosión ya que con la humedad o el aire atrapado se forma una capa de óxido de aluminio que los protege, si es necesario aplicarles un recubrimiento éste queda uniforme por el hecho de ser el bote de una sola pieza, esta característica también le da más resistencia al envase al no existir soldadura

engargolados o uniones que pudieran fallar.

Durante el proceso de envasado presentan un problema ya que no son magnéticos y se tienen que usar bandas transportadoras especiales para que los botes no caigan en los cambios de dirección o nivel.

El proceso de fabricación de los envases de aluminio es por medio de extrusión y troquelado por lo que se construyen de dos tipos:

- a) Envase de aluminio de una pieza
- b) Envase de aluminio de 2 piezas

#### ENVASE DE UNA PIEZA

Se fabrica por el proceso de extrusión del aluminio de tal manera que el fondo, cuerpo cilíndrico y el domo forman una sola pieza con un agujero superior de 1" para colocar la válvula.

#### ENVASE DE DOS PIEZAS

El fondo y el cuerpo forman una sola pieza y son maquinados por extrusión. El domo se fabrica por troquelado con la forma clásica convexa con un agujero central de 1" para la válvula.

El proceso de ensamblado del domo y el cuerpo es semejante al proceso para envases de hojalata y se usa un compuesto sellador de hule.

Los envases de aluminio para aerosol no se usan en la industria de insecticidas en México, pero se pueden considerar como una opción para productos caros que puedan absorber el costo de este tipo de envase

### III.- ENVASES DE VIDRIO

Los envases de vidrio para productos en aerosól tampoco se usan en la industria de los insecticidas domésticos debido obviamente a la poca resistencia al impacto, el peligro de explosión que representan y la poca presión que resisten, por lo que se mencionan aquí es con la idea de presentar un panorama completo de los envases para aerosol.

Los envases de vidrio para aerosol se usan en perfumería y productos farmacéuticos, en donde se aprovechan las cualidades del vidrio de resistir la corrosión y comportarse como una pared inerte ante el contenido del aerosol, tampoco presenta microfugas.

Se fabrican dos tipos :

#### ENVASE CON RECUBRIMIENTO EXTERNO

Este tipo de envase es una botella de vidrio de paredes gruesas con válvula y cuenta con un recubrimiento, plástico externo para protección en caso de explosión. En éste tipo de envase se permite una presión máxima de 25 Psig. a 70°F.

#### ENVASE SIN RECUBRIMIENTO EXTERNO

Este envase es también una botella de pared gruesa con una válvula donde se envasa un producto en aerosol a una presión máxima de 18 Psig. a 70°F.

La importancia de los envases de vidrio para la industria de insecticidas estriba en que éste tipo de envase sirve en el laboratorio para el desarrollo de nuevas formulaciones o en la observación del comportamiento de un producto en aerosol a simple vista.

#### IV.- ENVASES DE PLASTICO

Desde hace bastante tiempo se han utilizado los envases de plástico, para ello se ha intentado con diferentes materiales como polipropileno, polietileno, resinas fenólicas, nylon, policarbonatos, Pero no se ha tenido el éxito deseado debido a las desventajas que representan como la permeabilidad, migración del plastificante y la decoloración del envase.

Ultimamente han salido al mercado tres tipos de envase que se pueden usar en varios tipos de productos, uno de ellos es el "Celcón" una resina copolímero de acetal, el otro es el "Valox" ó "Celanex" una resina termoplástica de tereftalato de polibutileno, el tercero es un envase de policarbonato.

La resistencia de estos materiales permiten fabricar envases con espesor de pared de 0.04 in. Qué resisten una presión más alta que los envases de hojalata sin explotar, son ligeros y resistentes a la corrosión.

Los envases de plástico tienen un gran atractivo, ya que por la resistencia del plástico y las diferentes formas que se le puede dar al envase se pueden fabricar diferentes tipos.

En la industria de los insecticidas en aerosol no se vislumbra por lo pronto el uso de envases de plástico debido a que en las formulaciones, la mayoría de los componentes tienen características solventes que interaccionan con los plásticos disminuyendo su resistencia.

## 5.2 VALVULA

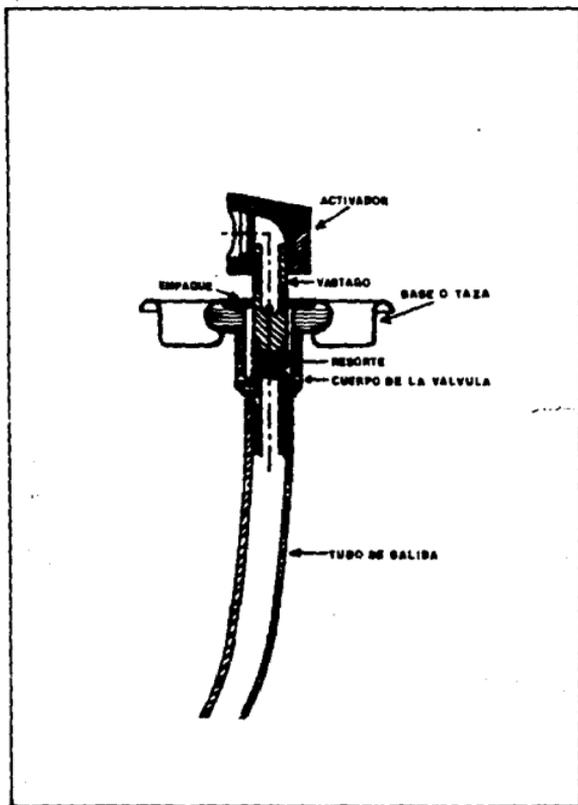
Existe una gran variedad de válvulas para uso en envases de aerosol, debido a ésto es posible seleccionar la válvula adecuada para cada producto de una extensa variedad que incluye válvulas dosificadoras, válvulas para uso en posición invertida, válvulas de alto y bajo flujo, válvulas para recipientes metálicos, plásticos o de vidrio.

La mejor fuente de información para la selección de válvulas son los mismos fabricantes y los boletines técnicos emitidos por la Asociación de Fabricantes de Especialidades Químicas; las válvulas más usuales para insecticidas en aerosol en México son las válvulas Newman-Green, válvulas de Precisión y Aervalv.

Una válvula para aerosol está compuesta por el cuerpo de la válvula, la base o tapa, el vástago, resorte, junta o empaque, el tubo de salida y el aspersor o activador.

La válvula tiene dos funciones que son:

- a) Regular el flujo de salida al oprimir y soltar el activador
- b) Formar el rocío. En la fig. No. 2 se muestra la válvula en posición abierta. Cuando se oprime el activador, el vástago baja permitiendo la salida del producto através del orificio. La presión interna que se tiene en el recipiente impulsa el producto por el tubo de salida, el propelente se evapora debido a la expansión y el concentrado se pulveriza formando el rocío. Al soltar el activador el resorte empuja hacia arriba el vástago hasta que el orificio queda cerrado por el empaque. Existen en el mercado diferentes tipos de válvulas en cuanto a su construcción pero que se agrupan en cuatro grupos principales:



**FIGURA 2 CORTE DE UNA VALVULA DE AEROSOL**  
(Paul A. Sanders, Handbook of Aerosol Technology)

- a) Válvula de acción vertical, empaque deslizante macho.
- b) Válvula de acción vertical, empaque flexionante
- c) Válvula de acción inclinada
- d) Válvula de acción vertical, empaque deslizante hembra.

Las variaciones de válvulas anteriores son debido básicamente a la forma del vástago y empaque así como a la forma en que funciona uno respecto al otro.

Desde luego que la forma de rocío se debe al tipo de válvula utilizado y se selecciona de acuerdo a la formulación y la descarga deseada para el producto.

Existe una clasificación de aerosoles de acuerdo al tipo de descarga que puede ser :

- i) Rocío de espacio
- ii) Rocío de superficie
- iii) Espumas

Esta clasificación es función del tamaño promedio de las partículas que se obtienen en el atomizado.

- 1) Rocío de espacio.- El tamaño obtenido de partículas obtenidas con este tipo de aerosol es de 5 a 25 micras. Al atomizar por unos segundos el producto se obtiene una gran cantidad de partículas, esto se debe también al mayor porcentaje de propelente con respecto al concentrado. Por ejemplo, para lograr que las partículas atomizadas queden suspendidas en el aire por una hora en condiciones normales, se requiere que la cantidad de concentrado sea menor del 20% del total de los componentes en la formulación

Este es el caso de los insecticidas base oleosa (Kerosina), en donde la acción deseada es matar insectos voladores.

ii) Rocío de superficie.- El tamaño de las partículas producidas es de 100 a 200 micras que es el óptimo para aplicarse sobre superficies. La cantidad de ingrediente activo varía de 30 a 70% y la de propelente de 70 a 30% como ejemplo de éstos productos tenemos los insecticidas base oleosa de acción prolongada y los insecticidas base acuosa para uso en plantas y jardín.

iii) Espumas.- En éste tipo de aerosoles se tiene una emulsión de aceite en agua o de agua en aceite. cuando la válvula del envase es operada, el propelente origina la salida de la emulsión y al mismo tiempo se expande dentro de las pequeñas gotas de aceite formandose la espuma. La cantidad de propelente no debe ser mayor del 10% con objeto de obtener una espuma con buena consistencia. Este tipo de descarga no se utiliza en la industria de los insecticidas, pero queda como una alternativa para productos de acción en una pequeña y determinada área.

De manera general, en el control de los insectos es muy importante la forma del rocío obtenido así como el tamaño de partícula obtenida en la atomización, por lo que habrán de considerarse los siguientes factores:

- . Tipo de insecticida
- . Movilidad del insecto a controlar
- . Modo de acción del insecticida  
(Sistémico, contacto, ingestión)

Por ejemplo cuando se quiere aplicar un insecticida de contacto contra una plaga de movimiento lento, es necesario tener tamaño de partícula grande; en cambio si se desea aplicar insecticida por ingestión a un insecto de alta movilidad es necesario un tamaño de partícula pequeño.

En el caso de insectos voladores sería necesario un tamaño de partícula aún más chico tal que no se precipite rápidamente y que no sea arrastrado por el viento en el caso de exteriores.

### 5.3 ACTIVADORES

El activador de una válvula de aerosol es la esprea en la que se lleva a cabo el cambio de insecticida líquido a espray (aerosol), Existen de diferentes formas y tamaños y cada uno dá su propio patrón de atomizado ó rocío.

El diámetro del orificio de los activadores varía 0.012 a 0.060 pulg. pero los más comunes son de 0.012 a 0.020 pulg.

Uno de los factores que afectan de manera definitiva el tipo de rocío o atomización es la forma del orificio del activador existen dos tipos de orificio:

a) Orificio estandar.- produce un rocío en forma cónica, de largo alcance y tamaño de partícula mediana.

b) Orificio de bordes afilados.- produce un rocío en forma cónica pero más abierto que el estandar por lo que inmediatamente forma una nube; el tamaño de partícula es menor que el anterior.

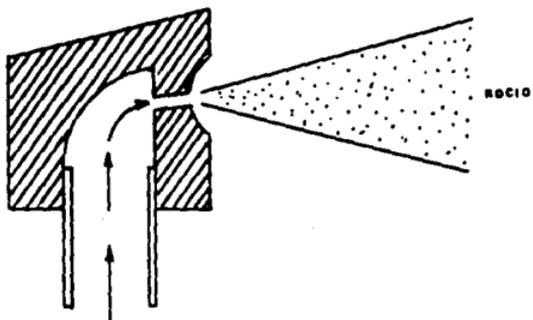
Los dos tipos de activadores anteriores también se les llama de salida directa, pero existe otro tipo de activador llamado de rompimiento mecánico. Este activador se ilustra en la figura Como característica principal tiene un pequeño cilindro que se interpone al flujo y, lo obliga a realizar un movimiento en espiral (vórtice) antes de chocar con el inserto del activador y salir por el orificio. El efecto logrado con este tipo de activador es:

a) La concentración del propelente puede ser bastante menor

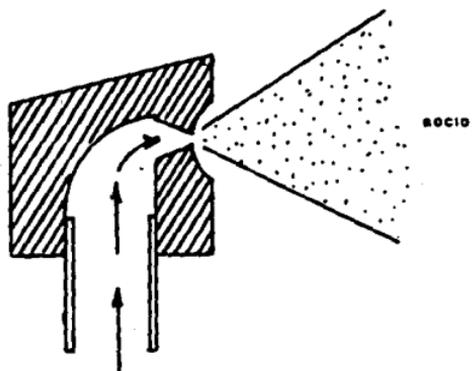
b) El tamaño promedio de partículas en la corriente del aerosol es mucho menor, causado por el rompimiento mecá

nico logrado al chocar el propelente con las gotas del concentrado.

El activador de rompimiento mecánico es muy útil en los insecticidas base acuosa o en los insecticidas con poder residual, ya que al ser muy pequeña la partícula permanece más tiempo en el aire.

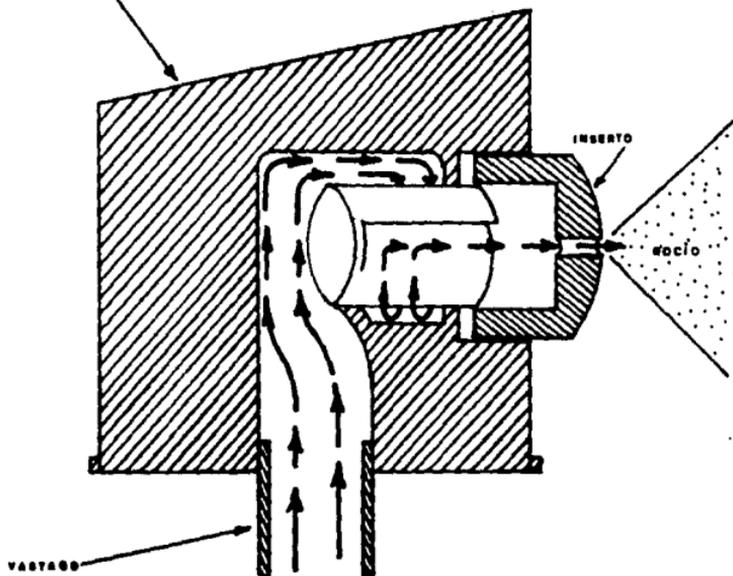


**ACTIVADOR ESTANDAR**  
( Precisión Valve Corp. )



**ACTIVADOR DE BORDES AFILADOS**  
( Precisión Valve Corp. )

CUERPO DEL  
ASPERSOR



ASPERSOR DE ROMPIMIENTO MECANICO  
(Precisión Valve Corp.)

#### 5.4 CONCENTRADO

En un insecticida en aerosol el concentrado es la fase líquida que contiene el ingrediente activo y además otras sustancias necesarias en la formulación como son los sinergistas, solventes, emulsificantes, dispersantes, perfumes y otros.

A continuación se muestra dos formulaciones típicas de concentrados para insecticidas aerosol, la primera es una formulación para aerosol homogénea y la segunda para un sistema heterogéneo.

#### FORMULACION TIPICA INSECTICIDA HOMOGENEO 11

<u>COMPONENTE.</u>	<u>g PESO</u>
CIPERMETRINA	0.30
NEO-PYNAMIN	0.15
BUTOXIDO DE PIPERONILO	0.50
VAPONA	1.00
PERFUME	0.30
CLORURO DE METILENO	5.00
NAFTA LIGERA	3.00
VEHICULO (KEROSENE)	47.75
GAS PROPELENTE	<u>42.00</u>
TOTAL	100.00

11.- González Mendoza, Miguel A. Guía de Productos Especializados para el Control de Plagas

FORMULACION TIPICA DE INSECTICIDA HETEROGENEA

<u>COMPONENTES</u>	<u>% PESO</u>
CIPERMETRINA	0.10
NEO-PYNAMIN	0.15
BUTOXIDO DE PIPERONILO	1.00
ANTIOXIDANTE	0.10
ANTIESPUMANTE	0.20
EMULSIFICANTE	0.30
SOLVENTE	2.00
PERFUME	0.20
VEHICULO ACUOSO	60.95
GAS PROPELENTE	35.00
	<hr/>
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

11 Ibid. , p. 38

La mayoría de las sustancias activas de una formulación de insecticida son sólidos cristalinos o líquidos aceitosos y en ese estado no es posible atomizarlos. En algunos pocos casos las sustancias activas son solubles en agua con lo cual solo es necesario preparar una solución del activo como base del concentrado.

Los ingredientes activos líquidos aceitosos inmiscibles en agua, si son agitados en un medio acuoso se separan en pequeñas gotas que tienden a reagruparse rápidamente para formar una fase oleosa, éste fenómeno llamado coalescencia puede ser retardado o prevenido por la adición de materiales auxiliares conocidos como surfactantes o emulsificantes. En las mezclas de aceite en agua se presentan dos tipos de emulsiones; en un caso la fase oleosa está dispersa como finas gotas en una fase continua que es el agua y es llamada emulsión aceite en agua; o el agua puede ser la fase dispersa dando una emulsión agua aceite. El tipo de emulsión generalmente usada en insecticidas aerosol es la emulsión aceite en agua, o sea los aerosoles base acuosa. Dentro del mismo tipo están los insecticidas cuyos ingredientes activos son solubles en solventes orgánicos (cloruro de metileno, xilol, y que forman concentrados emulsificables.

En la mayoría de los concentrados de insecticidas en aerosol el ingrediente activo se disuelve en un solvente orgánico y el vehículo es kerosina refinada por lo que el concentrado obtenido es soluble con el propelente y por lo tanto forman un aerosol homogéneo. Desde luego éste último sistema no tiene los problemas de

estabilidad de una emulsión. Los concentrados que tienen como solvente ó vehículo una sustancia orgánica se les conoce como insecticidas base orgánica ó base kerosina.

El decidir entre un concentrado base acuosa o base orgánica lo determina las las características del agente activo, pues hay casos como el D.D.V.P. que no es posible que exista agua en la formulación, ni siquiera trazas, pues la molécula se hidroliza y pierde su poder insecticida.

Una de las características de un concentrado para insecticida en aerosol es que no debe contener ningún sólido en suspensión que pueda obstruir la válvula o el activador e impedir el funcionamiento del producto, por lo que se deberán instalar filtros de una capacidad de retención (50-70 micras) antes de ser enviados a las líneas de envasado.

De acuerdo a las buenas prácticas de manufactura (GMP) cada lote de concentrado que se fabrique deberá contar con toda la documentación necesaria como es:

- a) Certificados de análisis y aprobación de cada materia prima.
- b) Número de lote e identificación de materia prima y granel de concentrado fabricado.
- c) Procedimiento y aprobación de proceso de limpieza de equipo previo a la fabricación.

- d) Lista de componentes y cantidades (fórmula)
- e) Proceso de manufactura paso por paso
- f) Normas de seguridad y precauciones
- g) Aprobación del laboratorio de control de calidad para envasado.

La documentación anterior es lo aceptado generalmente, pero pueden existir otros tipos de documentos de acuerdo a cada empresa particular (hojas de costos , reportes de mermas/eficiencia.

Toda la documentación anterior se deberá archivar para cada lote de concentrado y así contar con la historia del lote para futuras consultas en caso necesario.

## 5.5. INGREDIENTE ACTIVO

De acuerdo a la terminología usada en la industria de insecticidas en aerosol, se tiene que, ingrediente activo es "El componente de una formulación de aerosol que produce el efecto específico para el cual fué diseñada la formulación". Por lo tanto los activos son los insecticidas grado técnico fabricados por compañías como: ICI, SHELL, MGK, BAYER, QUIMICA LUCAVA, SUNITOMO.

En cuanto al número de ingredientes activos en una formulación de insecticida aerosol se pueden presentar diferentes casos:

- a) Ingrediente activo único
- b) Mezcla de diferentes ingredientes activos
- c) Uno ó mas ingredientes activos con la adición de una sustancia sinergista.

Las variaciones anteriores dependen del efecto buscado al formular un insecticida y tomando en cuenta factores como resistencia de los insectos al agente activo, selectividad, aumento de potencia del agente activo y compatibilidad de los insecticidas a mezclar.

En el primer caso se tendría un insecticida con determinada eficacia contra una limitada clase de insectos y con la desventaja del desarrollo de una posible resistencia por parte del insecto.

En el caso de la mezcla de diferentes ingredientes activos lo que se busca es que el insecticida tenga los efectos de abatimiento rápido, una acción residual, que sea efectivo contra diferentes clases de insectos y un aspecto muy importante que es el manejo de la resistencia de los insectos pues se retarda o evita el desarrollo de la resistencia ya que es muy difícil que un insecto desarrolle varias adaptaciones al mismo tiempo.

Por último, en el caso de uno o más ingredientes activos con un sinergista que es la práctica más común en los insecticidas aerosol para uso en el hogar pues por un lado se maneja el importante factor de la resistencia de los insectos y por otro lado el sinergista aumenta la toxicidad del insecticida por lo que se requieren menores dosis.

En la industria del insecticida aerosol para uso en el hogar no está permitido el uso de cualquier insecticida, pues es obvio el peligro de daños a la salud de los usuarios de estos productos. Los insecticidas permitidos son aquellos que son fácilmente detoxificados por los mecanismos metabólicos del ser humano y que por lo tanto son selectivos para los insectos, además de lo anterior para los insecticidas de uso en el hogar la LD-50 debe ser alta, esto es que la dosis requerida para causar problemas de salud sea alta (moderadamente tóxicos a relativamente inofensivos).

A continuación se mencionan los insecticidas o ingredientes activos más comunes en la industria del insecticida en aerosol.

## INSECTICIDAS CLORADOS

Estos ingredientes activos a menudo son llamados insecticidas organoclorados, compuestos de amplio espectro y con poder residual, son insecticidas que penetran al organismo del insecto por contacto e ingestión.

Las propiedades físicas que son importantes para una formulación de insecticida y comunes para este grupo son: baja solubilidad en agua, buena solubilidad en solventes orgánicos y lípidos, baja presión de vapor y químicamente estables.

La solubilidad en lípidos de los insecticidas clorados le permite al agente activo penetrar por la membrana existente entre los segmentos del insecto, esta cualidad le da selectividad a los insecticidas clorados.

Los insecticidas organoclorados se encuentran en una etapa en que están siendo prohibidos en la mayoría de países debido principalmente a la resistencia generada por los insectos y a su persistencia en el medio ambiente causada por su estabilidad química, además de que al ser liposolubles se acumulan en el tejido graso de los mamíferos y el ser humano. A este grupo pertenecen el DDT, actualmente con poco uso y otros como el Dieldrín, Aldrín, Endosulfán, Endrín.

## INSECTICIDAS ORGANOFOFORADOS

Estos insecticidas fueron descubiertos y desarrollados durante la segunda guerra mundial, están entre las sustancias conocidas más tóxicas para el ser humano.

Estos compuestos tienen átomos de fósforo unidos a los átomos de carbón, son insecticidas de contacto y sistémicos, algunos de éstos insecticidas son muy tóxicos para los mamíferos por lo que hay que manejarlos con cuidado.

Una ventaja que tienen los insecticidas organofosforados sobre los clorados es que fácilmente son transformados en sustancias no tóxicas. El modo de acción de los insecticidas organofosforados sobre los insectos y mamíferos es la inhibición de la enzima acetil colinesteraza.

Actualmente el más utilizado de los ingredientes activos organofosforados es el :

Diclorvos (Vapona, Nogos, Oko, Nuvan, DDVP)

(0,0-dimetil,0-(2,2-diclorovinil)fosfato)

Insecticida de contacto y por ingestión utilizado para rocío de espacio y superficie en concentraciones que van de 0.2 a 1.0 % en peso. El diclorvos o DDVP es un líquido incoloro hasta color ambar con una relativamente alta presión de vapor por lo que es adecuado para insecticidas en aerosol. Este insecticida no es muy estable ya que su molécula fácilmente se hidroliza perdiendo su toxicidad por lo que casi no tiene acción residual.

El diclorvos es un ingrediente activo muy soluble en la mayoría de los solventes orgánicos y gases propelentes, estable al calor, corrosivo al fierro, acero, no ataca el acero inoxidable y el aluminio.

El LD-50 para ratas machos es 80 mg/kg. es usado ampliamente contra moscos, cucarachas, moscas y otros insectos caseros. A las concentraciones recomendadas es de baja toxicidad para los mamíferos.

La concentración de "Vapona" (clorvos) para insecticidas en aerosol puede ser de 0.4 a 1.0 % en peso en formulaciones base oleosa (kerosina).

## CARBAMATOS

Este grupo de insecticidas son usados ampliamente contra insectos rastreros el mecanismo de acción es por la inhibición de la colinesteraza, son insecticidas sistémicos y de contacto

BAYGON (Propoxur, Biattarex, Uden).

2-(1-metiletoxy) fenol metilcaxbamato

Este es un insecticida de acción paralizante rápida (KNOCK DOWN) utilizado contra cucarachas, cienpies, hormigas, moscas, termitas. Normalmente se usa en formulaciones para aerosol mezclado con DDVP.

El baygón es un polvo cristalino soluble en la mayoría de solventes orgánicos, inestable en medio alcalino.

El Baygón tiene un LD-50 de 100 mg/kg en ratas.

## INGREDIENTES ACTIVOS DE ORIGEN NATURAL Y SINTETICOS

Muchas plantas contienen compuestos tóxicos y algunos de ellos son venenos selectivos para los insectos.

Uno de los factores a favor de éstos compuestos es que no inducen fácilmente resistencia en los insectos, ejemplos de éstos compuestos son la nicotina y las piretrinas.

Los compuestos naturales son extractos obtenidos de las flores, hojas y algunas otras partes de la planta. Este tipo de ingredientes activos tuvo un gran éxito por lo que fué necesario sintetizarlos, pues la fuente natural era insuficiente y cara, lograndose los piretroides que son tanto o más efectivos que sus análogos. De éste grupo se mencionan como, los más comunes:

- Sumitrín: 3-fenoxibencil,cis,trans,crisantemato
- Cipermetrina: alfa-ciano-3-fenoxibencil(+),cis,trans-3-2(2,2-diclorovinil) 2,2-dimetilciclopropano carboxilato
- Decametrín: alfa-ciano-3-fenoxibencil-cis-3-(2,2-dibromovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato
- Aletrín: 1-3-allyl-2-metil-4-oxo-2-ciclopentil-cis,trans crisantemato
- Permetrín: fenoxibencil-cis-,trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato

## PIRETRINAS (PYRETHRUM)

Las piretrinas naturales son extracto de la flor de *Pyrethum* (*Pyrethrum Cínereaefolium*) y junto con las piretrinas sintéticas son insecticidas de contacto muy potentes, no sistémicos, causan una parálisis muy rápida (Knockdown).

Las piretrinas en general son inestables a la luz solar y rápidamente hidrolizadas por álcalis con pérdida de sus propiedades insecticidas.

La detoxificación metabólica por parte del insecto se evita generalmente con la adición de un sinergista como butóxido de piperonilo, sesamín, etc.

Las piretrinas tienen una LD-50 aguda para ratas de 200 mg/kg pero prácticamente no son tóxicas para los animales de sangre caliente.

La concentración de éstos agentes activos para productos en aerosol usual es de 0.15 a 0.20 % en peso con la adición de un sinergista y la formulación puede ser base orgánica (naftas ligeras) o base acuosa cuidando el pH.

## INGREDIENTES ACTIVOS PARA USOS ESPECIALES

Existen productos en aerosol para usos especiales como es el caso de repelentes de insectos; debido a que se usan aplicándolos sobre la ropa o directamente sobre la piel, los ingredientes no deben ser tóxicos para los humanos, no deben causar irritación (dermatitis) en la piel y mucosas. Ejemplos de estos insectidas son el etilhexanodiol, dietil toluamida, tabatrex, dimelone.

### Dietil Toluamida (MGK-Dietiltoluamida, metadelphene)

Es un repelente ligeramente tóxico con una LD-50 oral aguda de 2000 mg/kg utilizado como repelente de mosquitos y moscas. Como es ligeramente irritante a la piel, en las formulaciones se deben incluir sustancias como la glicerina y el miristato de isopropilo que contrarresten la irritación.

La dietil toluamida es un líquido soluble en etanol, isopropanol y destilados de petróleo.

En formulaciones del producto en aerosol la concentración de este agente activo varía de 15 a 20 % en peso del concentrado y el solvente ideal es el alcohol etílico.

## 5.6 SOLVENTES

La mayoría de los ingredientes activos no son solubles en agua, y algunos de ellos son solubles solo en algún solvente orgánico en especial por lo que es necesario disolver el ingrediente activo en el solvente adecuado para después lograr una emulsión cuando el vehículo es agua, o sea una formulación base acuosa.

En el caso de una formulación base orgánica (naftas ligeras o kerosina) el vehículo no tiene el suficiente poder para solubilizar el insecticida por lo que se usa un solvente que haga homogénea la solución.

El solvente debe ser capaz de disolver el insecticida y al mismo tiempo ser miscible con los demás ingredientes de la formulación (Sinergista, Emulsificantes, Propelente, Perfumes, otra de las características del solvente es que es uno de los componentes que más contribuyen a la presión de vapor del sistema en aerosol y que habrá de evaluarse en la formulación.

En la selección del solvente a utilizar en una formulación para aerosol son muy útiles algunas propiedades físicas de las sustancias para comparar las propiedades solventes de un compuesto con otros o para predecir la miscibilidad de los mismos; dos de esas propiedades son el valor de Kauri-Butanol y los parámetros de solubilidad.

El valor de Kauri-Butanol provee una indicación de la pro-

riedad solvente relativa de un líquido en comparación con otros líquidos. Específicamente el valor de Kauri-Butanol de un solvente es el número de mililitros requeridos para producir un cierto grado de turbidez cuando se agrega a 20 gr de una solución estandar de resina Kauri en alcohol n-butílico a 25°C. La concentración de resina Kauri en alcohol n-butílico ha sido estandarizada de tal forma que 20 gr de solución Kauri-Butanol requiere la adición de 105 ml de Tolueno para alcanzar la turbidez. El cloruro de metileno tiene un valor Kauri-Butanol de 136 y es un excelente solvente, el propano butano y pentano tienen un valor de 25 y son solventes débiles.

Los parámetros de solubilidad son muy útiles para predecir cuando serán miscibles dos o más líquidos, o un sólido será disuelto por un solvente (s). Los parámetros de solubilidad son constantes físicas de los compuestos como el punto de ebullición o la presión de vapor.

Si dos sustancias tienen parámetros de solubilidad semejantes son miscibles, por lo que bastará con averiguar el parámetro de solubilidad de una sustancia y compararlo con el de otra sustancia para saber si son miscibles.

Los solventes más utilizados en los insecticidas en aerosol son cloruro de metileno, alcohol metílico, etílico propílico, ciclohexanona, hexano, naftas.

## 5.7 PERFUMES

En una formulación de insecticida para uso en el hogar es necesario incluir algunos componentes que no toman parte en la acción como insecticidas pero son necesarios para el buen funcionamiento del producto o que determinan la aceptación del mismo por sobre otros productos del mismo tipo; tal es el caso de los perfumes en los aerosoles.

El perfume de una formulación de insecticida en aerosol para uso en el hogar tiene varias funciones a saber:

a) Dado que la mayoría de ingredientes activos, solventes y vehículos orgánicos sobre todo tienen un olor desagradable y molesto, es necesario adicionar un perfume que enmascare o cubra dichos olores.

b) Cuando el insecticida al mismo tiempo de ejercer su acción deja en el ambiente un agradable aroma es mejor aceptado por el consumidor.

Los aromas pueden ser florales, cítricos, lavanda, menta y algunos otros.

Los perfumes deben reunir algunas características para poder ser integrados a una formulación de insecticida, de las más importantes se pueden mencionar:

- a) El perfume debe ser estable, o sea que no debe reaccionar con los demás componentes de la formulación del insecticida, el propelente o con los cambios de temperatura.
- b) La presión de vapor del perfume deberá ser tal que no se evapore rápidamente y perdure un tiempo razonable.
- Finalmente se debe considerar, como ya se mencionó antes el perfume no es indispensable en una formulación de insecticida pero su inclusión confiere cualidades al producto que son muy atractivas y decisivas para el consumidor.

#### 5.8 SINERGISTAS

Desde el punto de vista de la acción como insecticida de un producto, después del ingrediente activo, el sinergista es el siguiente componente en importancia ya que un sinergista es una sustancia muy poco tóxica por sí misma pero al usarse combinadas con un insecticida incrementan el poder del agente activo muchas veces ya que impiden la rápida detoxificación del agente activo por parte del insecto.

El mecanismo de detoxificación del insecto se realiza por medio de la acción de enzimas como la citocromo P-450 que reaccionan con los insecticidas quitándoles su poder y quedando convertidos en ocasiones en sustancias aprovechables para

el insecto.

Los sinérgistas se usan con diferentes tipos de insecticidas pero la mayor importancia la tienen en las combinaciones con piretrinas ya que éste tipo de insecticidas es fácilmente hidrolizable por los mecanismos de detoxificación de los insectos.

El butóxido de piperonilo es el sinérgista más comúnmente usado en combinación con piretrinas para insecticidas en aerosol de uso doméstico.

Otros sinérgistas con propiedades similares son:

- MGK-264 (N-Octil-Bicicloneptano Dicarboximida)
- Sesamex: 2-(3,4-metilen dioxifenoxi)-3,6,9-trioxaundecano
- Sesamin: 2,6-bis-(3,4-metilendioxifenil)-3,7-dioxabicyclo  
no  
(3.3.0) octano

La concentración del sinérgista es una formulación de insecticida aerosol es de 10 hasta 20: 1

### 5.9 ANTIOXIDANTES

En las formulaciones de insecticida para aerosol base acuosa es necesario además del recubrimiento interno del envase metálico la incorporación de un agente antioxidante que evite o por lo menos retarde la oxidación del envase en su parte interna.

Las sustancias utilizadas para prevenir la oxidación de envases metálicos para aerosol son el nitrito de sodio y la morfolina (tetrahidro oxazina).

### 5.10 EMULSIFICANTES

En los insecticidas base acuosa es necesario incluir una sustancia que ayude a formar la emulsión del agente activo en agua y que evite que esta emulsión se rompa. A éste tipo de sustancias se les llama emulsificantes y son agentes tensoactivos, catiónicos, aniónicos y no iónicos. Estas sustancias tienen en su molécula un grupo funcional que le da el carácter hidrofílico (-OH) y por otra la parte ácida que les da el carácter lipofílico.

Los emulsificantes más comunes son los "Span", éstos son ésteres de ácidos grasos y son más solubles en aceites que en agua. Otros emulsificantes muy comunes también son los tween que se obtienen por la adición de varias moles de óxido de etileno al Span, estos últimos son más solubles en agua que en aceite.

La utilización de uno u otro tipo de emulsificante depende de la formulación de insecticida en aerosol, y de acuerdo a pruebas de laboratorio ya que no hay reglas específicas para su uso.

## 5.11 PROPELENTE

En un producto en aerosol se llama propelente al componente que proporciona la fuerza o presión necesaria para expulsar el concentrado en forma de rocío cuando es operada la válvula del aerosol.

Tradicionalmente se ha manejado la siguiente clasificación de los propelentes:

a) Halocarburos

- Fluorocarburos: C-318 ( $C_4F_8$ ), 152a ( $CH_3-CH_2F_2$ )
- Cloro fluorocarburos: 11 ( $C_2Cl_2F_2$ ), 12 ( $C_2Cl_2F_2$ )

b) Hidrocarburos  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5H_{12}$

c) Gases comprimidos  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $N_2$ ,

d) Otros ( $CH_2Cl_2$ ,  $C_2H_5Br$ )

Originalmente con el nacimiento de la industria del aerosol los propelentes más usados fueron los halocarburos puros o como mezclas y en menor proporción el cloruro de metileno, éteres y en último término los hidrocarburos.

Esta situación cambió a partir de 1974 cuando F.S. Rowland y M. J. Molina publicaron su hipótesis de la destrucción de la capa de ozono por los CFCs, hasta los últimos acontecimientos de 1987 cuando se firmó el Protocolo de Montreal.

Fue debido a esta situación que desde el año de 1979 la mayor parte de los aerosoles producidos mundialmente usan como gas propelente hidrocarburos ya sea puros o en mezclas.

En cuanto a los hidrocarburos halogenados prácticamente quedan fuera de uso, su producción y utilización se encuentra muy restringida y con planes de desaparecer de acuerdo al Protocolo de Montreal.

Por lo que respecta a los otros tipos de propelentes: Los gases comprimidos, los éteres, bromuro de metilo y cloruro de metileno no se han podido lograr desarrollar como propelentes en gran escala debido a que representan problemas técnicos en el equipo de envasado y/o en el producto terminado y envasado.

Por lo expuesto anteriormente se ve que el panorama actual de los propelentes para aerosol está dominado por los hidrocarburos de manera general.

En cuanto al estado físico del propelente se tiene que existen dos tipos de propelentes:

- a) Gas Licuado
- b) Gas comprimido

Se le llama gas licuado a aquel que está en equilibrio con su vapor a temperatura ambiente y cuya presión de vapor es mayor que la atmosférica, por ejemplo: Diclorodifluorometano, Propano, Butano.

Se le llama gas comprimido a una sustancia que a temperatura ambiente y a una presión mayor que la atmosférica permanece en estado gaseoso, por ejemplo: Dioxido de carbono, Nitrogeno.

A temperatura constante la presión interna de un producto en aerosol se mantendrá fija o será variable según se utilice gas licuado o gas comprimido respectivamente.

Si se usa gas licuado como propelente, al descargarse la fase líquida, la presión disminuye debido a que el volumen de la fase gaseosa aumenta, en ese momento el sistema tiende a entrar en equilibrio por lo que parte del líquido se evaporará aumentando la presión a su valor anterior, esto en forma instantánea. La presión es igual a la suma de las presiones parciales de los componentes de acuerdo a la Ley de Dalton.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \text{ ---- } P_n$$

Siendo  $P_t$  la presión total del sistema y  $P_1, P_2, P_3, P_n$  las presiones parciales de los componentes.

La presión parcial de cada componente estará dada por la Ley de Raoult:

$$P_1 = P_1^* X_1$$

Siendo  $P_1$  = presión parcial del componente 1

$P_1^*$  = presión de vapor del componente 1 puro a la temperatura que se encuentra el líquido o mezcla líquida.

$$X_1 = \text{fracción mol del componente 1}$$

Cuando el concentrado no es miscible con el propelente, la presión total es igual a la presión de vapor del propelente a la temperatura del recipiente.

Si en un producto en aerosol se utiliza gas comprimido como propelente; este forma parte únicamente de la fase gaseosa. Cuando se descarga concentrado la presión va disminuyendo debido al aumento de volumen de la fase gaseosa.

Muchas formulaciones de aerosoles están presurizadas usan-

do un propelente único, esto tiene ciertas ventajas en términos de uniformidad de presión durante el uso del producto, pero limita a las mismas formulaciones en términos de presión, velocidad de descarga y otros parámetros, para resolver esto se usan mezclas comerciales de propelentes de dos o más componentes. La mezcla más común en insecticidas es Propano-Isobutano-Butano. (Gas A-46) estas mezclas ofrecen al formulador rangos de presiones de 30 a 110 Psig a 70°F.

A continuación se presentan una tabla de especificaciones para un propelente hidrocarburo conocido comúnmente como Gas A-46

REPORTE DE LABORATORIO (\*)

Análisis efectuado a: Propelente A-46

Resultados Obtenidos Cromatográficamente

	<u>SMol</u>
Etano	0.08
Propano	26.69
Isobutano	41.93
n-Butano	29.97
Pentanos	0.08
Insaturados	1.25
Azufre	2 ppm
P.ASTM a 21°C	49 Psig
P. Calculada	47.8 Psi
Residuo	0.0003 g <sup>r</sup> /100 c.c.
Humedad	2.5 ppm
Olor	Aceptable

(\*) Aeropres, S.A. de C.V.

**ESPECIFICACIONES - PROPELENTE "GRADO AEROSOL" (\*)**

PROPIEDAD	GAS O MEZCLA	ESPECIFICACIONES		METODOS DE PRUEBA
COMPOSICION MIN. % MOL.	GAS PURO	93		CROMATOGRAFIA
	MEZCLAS	: 3		
PRESION DE VAPOR A 21°C Kg/cm <sup>2</sup>	PROPANO	7.686	± 0.140	ASTM D-1267 (mod. 21°C)
	BUTANOS	2.110	± 0.140	
	MEZCLAS	PRESION REQUERIDA POR EL CLIENTE ± 0.140		
NO SATURADOS EN % MOL.	GAS PURO O MEZCLA		MAX. 0.01	CROMATOGRAFIA
AZUFRE MAXIMO, ppm.	GAS PURO O MEZCLA		5	CROMATOGRAFIA
RESIDUO MAX. g/100ml.	GAS PURO O MEZCLA		.0005	ASTM D-1353 (mod)
ACIDEZ DEL RESIDUO	GAS PURO O MEZCLA	NEUTRA		ASTM D-1093
OLOR	GAS PURO O MEZCLA	ACEPTABLE LIBRE DE OLORES SULFU- ROSOS O MERCAPTANICOS.		PANEL
HUMEDAD MAXIMA ppm.	GAS PURO O MEZCLA	25		HIDROMETRO

(\*) Aeropres, S.A. de C.V.

Los gases propelentes deben reunir ciertas características para poder ser considerados adecuados en una formulación de insecticida en aerosol.

#### Punto de ebullición , presión de vapor

Un gas propelente o una mezcla de ellos deberá tener un punto de ebullición suficientemente bajo a temperatura ambiente tal que la presión en el aerosol sea suficiente para expulsar el contenido cuando la válvula sea accionada; Sin embargo la presión no podrá exceder de los límites establecidos de acuerdo a la resistencia del envase.

#### Costo

El gas propelente representa una parte significativa del costo de una formulación de insecticida en aerosol por lo que se deberá buscar que el costo del propelente no se eleve.

#### Flamabilidad

No es absolutamente indispensable que el gas propelente de un producto en aerosol no sea inflamable; ya que debido a que es una presentación tan común de muchos productos que el consumidor sabe de las precauciones que han de tenerse con éste tipo de productos. Pero en el caso de una planta fabricante de productos en aerosol el volumen de gas manejado es considerable, por lo que el equipo y las instalaciones deberán contar con los elementos y medidas de seguridad que eviten ó disminuyan al máximo los riesgos.

#### Olor

En las formulaciones de insecticidas en aerosol para uso en el hogar se usan perfumes para darles una presentación agradable al olfato, por la misma razón es requisito que un

gas propelente no tenga olor desagradable que nulifique el efecto del perfume.

#### Pureza

Los gases propelentes deberán ser sustancias puras y su calidad también deberá ser consistente. Algunas impurezas podrían resultar en cambios en el olor del perfume, válvulas que no funcionan, interacción con los demás componentes y/o corrosión del envase.

#### Estabilidad

Los gases propelentes deberán ser estables en la formulación de aerosol en que son usados, Cualquier reacción con los otros componentes de la formulación o la descomposición del mismo propelente traeran consigo la degradación del producto, cambio en el olor,

#### Toxicidad

Es primordial que los gases propelentes de una formulación de insecticida en aerosol no sean tóxicos ya que por su uso en el hogar podrían causar intoxicaciones al ser humano que no se hayan considerado en el momento de formular.

## 6.- CLASIFICACION DE INSECTICIDAS EN AEROSOL

La mayoría de los aerosoles contienen tres componentes principales: propelente, solvente e ingrediente activo; de la forma en que esos componentes estén combinados en el producto, los aerosoles pueden ser divididos en 2 grandes clases: homogéneos y heterogéneos. Los aerosoles son homogéneos y han sido formulados como sistemas homogéneos cuando todos sus componentes son solubles entre sí. Los aerosoles homogéneos son sistemas de dos fases, consistiendo de una fase líquida en equilibrio con una fase vapor. Una de las ventajas de los aerosoles de sistema homogéneo es que no necesitan ser agitados antes de usarse.

Cuando los productos de los componentes no son mutuamente solubles se clasifican como heterogéneos. Hay varios tipos de aerosoles heterogéneos y como ejemplo podemos citar los polvos en aerosol y los antiperspirantes "secos" que están formulados como una suspensión de sólidos en un gas propelente licuado.

Otros sistemas heterogéneos contienen varios líquidos inmiscibles combinados como una emulsión (una dispersión de un líquido en otro), como ejemplo de éstos sistemas tenemos algunos insecticidas, aromatizantes de ambiente y espumas.

Los sistemas heterogéneos contienen por lo menos tres fases. Los sistemas heterogéneos en suspensión consisten en una fase sólida, una líquida en equilibrio con una fase vapor. Los sistemas en emulsión tienen dos fases líquidas en equilibrio con una fase vapor.

De acuerdo al solvente y el vehiculo utilizados en la formulación de insecticidas aerosol para uso en el hogar se hace una clasificación en dos grupos:

**Insecticidas base acuosa.**- Son aquellos insecticidas en donde se utiliza agua como vehiculo para la fabricación del concentrado ya sea que el ingrediente sea soluble y no hidrolizable en agua y en cuyo caso el solvente también sería agua; en el caso en que el activo no sea soluble en agua el solvente a usar sería un solvente orgánico, el vehiculo agua y el producto resultante sería una emulsión.

**Insecticidas Base orgánica.**- Cuando debido a las características del agente activo no es posible que en la formulación exista agua, el solvente utilizado es una sustancia orgánica y el vehiculo normalmente es una kerosina refinada o naftas ligeras, es entonces cuando se dice que se tiene un insecticida base orgánica ó base kerosina.

## 7.- MÉTODOS DE FABRICACION

### 7.1 PROCESO DE FABRICACION DE CONCENTRADO

Para la fabricación de los insecticidas en aerosol de uso en el hogar existen diferentes métodos de envasado, pero todos parten de un proceso común que es la fabricación del concentrado a granel que contiene el agente activo. Este concentrado en el caso de los insecticidas podrá ser de dos tipos:

#### a) Concentrado para insecticidas base acuosa

Para este tipo de concentrado de insecticidas se deberá preparar una solución emulsificable del agente activo en el solvente adecuado, esta solución se prepara en un tanque pequeño que después se transferirá al tanque donde se hará la emulsión. En este mismo tanque pequeño se agregará el sinergista.

Cuando la mezcla de activos es homogénea se podrá agregar al tanque de emulsión en donde ya habrá más o menos la mitad del agua que indique la fórmula maestra. Es importante recordar que se está preparando una emulsión aceite en agua y que la agitación deberá mantenerse todo el tiempo de manufactura.

Poco a poco se irán agregando los componentes restantes hasta completar la formulación. El orden de adición de cada uno de los componentes podrá variar para cada formulación y estará determinado desde el momento del desarrollo del producto en laboratorio; este orden de adición, así como el tiempo de mezclado, temperatura

pH y otras variables del proceso son de observancia estricta y no se deberán cambiar de manera injustificada; cuando ésto suceda se deberá involucrar al departamento de control de calidad ó proceso y también se deberán anotar los cambios realizados en los procedimientos de fabricación para archivarlos en el historial del lote.

En el caso de los insecticidas base acuosa la agitación del tanque donde se realiza la emulsión deberá ser energética y suficiente para lograr una emulsión estable. El tipo de agitador en éstos equipos normalmente es de propela o turbina.

b) Concentrado para insecticidas base oleosa

Como en las formulaciones de insecticidas base oleosa los componentes generalmente forman un sistema homogéneo es bastante sencillo su proceso de fabricación; se parte de la mezcla del ingrediente activo, sinergista y solvente en un tanque mezclador adecuado, en éste mismo tanque se agregan los componentes restantes de la formulación con agitación continua.

La mezcla obtenida se transfiere al tanque de fabricación en donde es diluida con el vehículo (Nafta ligera, kerosina deodorizada,) hasta obtener el volumen indicado por la fórmula maestra. En este proceso como el anterior o cualquiera que sea se deben seguir cuidadosamente los procesos de fabricación.

En cualquier proceso de fabricación de concentrado de insecticida para aerosol es muy importante que el líquido esté libre de partículas sólidas que pudieran obstruir la válvula del envase por lo que el concentrado líquido deberá ser filtrado antes de envasarlo.

En los procesos de fabricación del concentrado para insecticidas y el envasado en aerosol de los mismos se deberán elaborar procedimientos por escrito que eviten al mínimo los errores y garantizar que la producción será homogénea siempre dentro de las especificaciones de calidad y con las normas de seguridad necesarias.

#### 7.2 Procesos de envasado

Existen tres sistemas de envasado de productos en aerosol: envasado en frío o por refrigeración, envasado a presión y envasado por debajo de la válvula. El envasado en frío consiste en la dosificación del propelente refrigerado y licuado a los envases todavía sin la válvula. Después de esto la válvula es engargolada al envase y continúa el proceso. En el sistema de envasado a presión la válvula es engargolada al envase antes que el gas propelente sea inyectado a través del vástago de la válvula. Por último en el sistema de llenado por debajo la válvula se utilizan unas cabezas de llenado especiales que forman un sello con el hombro del envase, enseguida se dosifica el gas propelente y se engargola la válvula.

A continuación se presenta un diagrama de bloques que sirve como base para explicar con más detalle uno por uno de los pasos de cada sistema de llenado.

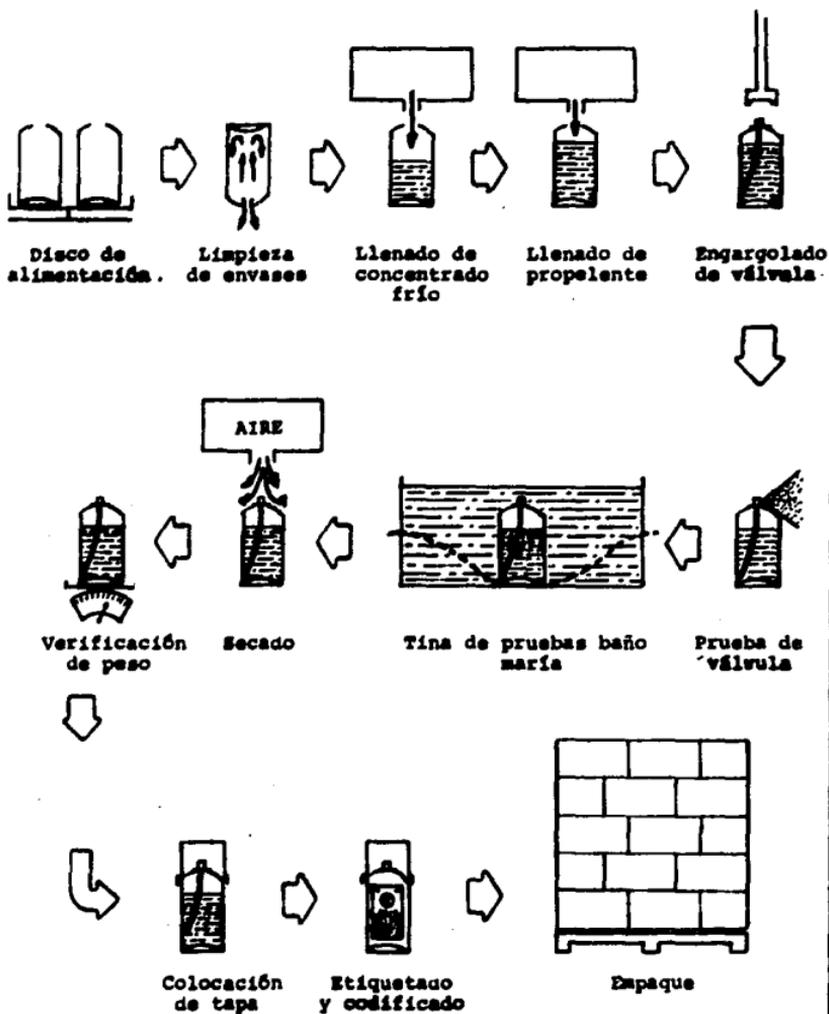
#### Descripción del proceso de envasado en frío

Paso 1.- Los envases vacíos de aerosol son colocados en un disco de acumulación que los alimenta gradualmente a un transportador de tablillas. La mesa giratoria puede alimentar al mismo tiempo a varias líneas de envasado.

Paso 2.- Después que los envases salen del disco de alimentación entran a un mecanismo que los invierte de posición (con la boca hacia abajo) para que por medio de una corriente de vacío se les limpie de polvo o cualquier basura que contengan; el mismo mecanismo vuelve a colocar los envases en posición original.

Paso 3.-En éste paso van pasando cada uno de los envases por las válvulas de la máquina llenadora de concentrado que ha sido enfriado a una temperatura de 0 a -10°F dependiendo del tipo de concentrado. Si el concentrado no fuera enfriado al adicionar el propelente serían muy altas las pérdidas del propelente por el choque de temperaturas. En éste paso deberá haber algún mecanismo. Qué verifique periódicamente el peso del concentrado de los envases.

## ENVASADO DE INSECTICIDA EN FRIO



- Paso 4.- En éste paso el propelente es enfriado a una temperatura menor que al de su punto de ebullición a la presión atmosférica del lugar donde se trabaja (usualmente entre -20 a -40 °F) y se dosifica a cada uno de los envases.
- Paso 5.- La válvula es colocada en su lugar y engargolada.
- Paso 6.- En éste paso es colocado el aspersor ó activador de la válvula y al mismo tiempo se hace presión para hacer una prueba del funcionamiento de la válvula.
- Paso 7.- Los envases llenos pasan a través de una tina de pruebas (baño maría) a 55°C que es la prueba de fugas para los envases DOT.
- En ésta prueba las fallas más comunes encontradas son la fuga del contenido por la válvula o la explosión de envases por la sobrepresión causada por el incremento de temperatura.
- Esta prueba deberá contar con una supervisión con tínua a fin de realizar los ajustes o tomar las acciones necesarias.
- Paso 8.- Después de pasar los envases por la tina de baño maría pasan por una corriente de aire donde son secados eliminando el agua de los puntos críticos donde se puede presentar la corrosión, por ejemplo la taza de la válvula.
- Paso 9.- Se verifica el peso del contenido del aerosol, en algunos casos éste paso puede ser antes del engargolado de la válvula

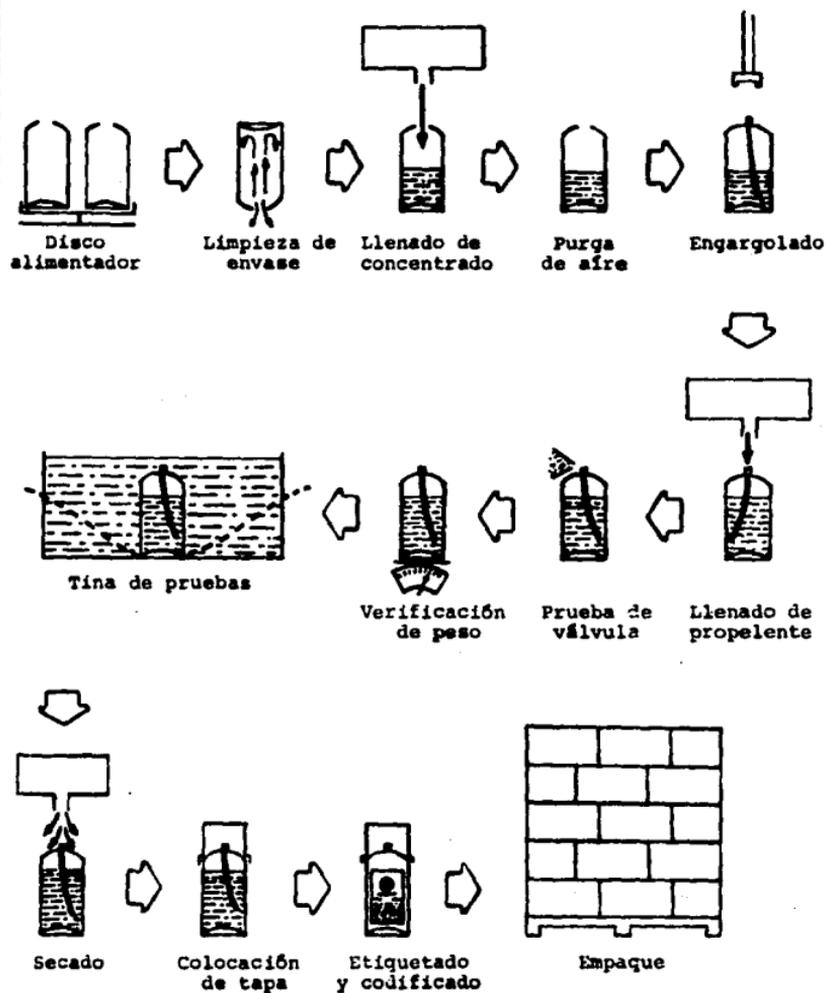
Paso 10.- Aquí es colocada la tapa protectora de plástico del envase, este paso puede ser intercambiado con el siguiente para facilidad del etiquetado.

Paso 11.- En este paso los envases serán etiquetados y co di ficados. Obviamente el etiquetado solo será necesario en el caso de que el envase no sea litografiado.

Paso 12.- Aquí los aerosoles llegan a un disco de acumulación de donde son tomados manual o automáticamente para colocarlos en cajas de cartón corrugado, éstas a su vez colocadas en tarimas para enviarlas al almacén de producto terminado.

El envasado en frío tiene como ventaja principal la rapidez de producción (± 60 envases/mín) y su desventaja principal es el alto costo de las instalaciones, ya que para los paso 3, 4 y 5 es necesario disponer de sistemas de refrigeración. Otro aspecto muy importante es que el envasado en frío solo puede ser utilizado para productos cuyos concentrados pueden ser enfriados sin que se solidifiquen, se precipiten los ingredientes activos o aumente mucho la viscosidad, los aspectos anteriores se pueden observar envasando el producto en envases de vidrio o plástico transparente. Una ventaja del envasado en frío es que se pueden ajustar cuidadosamente las temperaturas del concentrado y propelente de tal manera que vaporicen un poco y desplacen el aire del recipiente que provoca problemas de presión y oxidación posteriores.

## ENVASADO DE INSECTICIDA A PRESION



## Envasado de insecticidas Aerosol a presión

- Paso 1.- Los envases vacíos de aerosol son colocados en un disco de acumulación que los alimenta gradualmente a un transportador de tablillas. La mesa giratoria puede alimentar al mismo tiempo a varias líneas de envasado.
- Paso 2.- Después que los envases salen del disco de alimentación entran a un mecanismo que los invierte de posición (con la boca hacia abajo) para que por medio de una corriente de vacío se les limpie de polvo o cualquier basura que contengan; el mismo mecanismo vuelve a colocar los envases en posición original.
- Paso 3.- En éste paso los envases pasan por la máquina llenadora de concentrado donde éste es dosificado a temperatura ambiente. Es muy recomendable contar aquí con una estación o mecanismo para verificar el contenido de concentrado que ha sido dosificado.
- Paso 4.- Purga del aire del envase por medio de diferentes formas:
- Exceso de solvente con alta presión de vapor en la fabricación del concentrado, de tal forma que al dosificarlo al envase se evapore un poco y desplace al aire.
  - Adición de un poco de propelente antes del siguiente paso para desplazar al aire.

- Purga del aire por medio de vacío, ésta operación debe ser simultánea con el engargolado de la válvula al envase.

Paso 5.- Colocación de la válvula al envase y engargolado de la misma.

Paso 6.- En éste paso los envases llegan a la caseta donde se lleva a cabo la inyección del gas propelente a través del vástago de la válvula. La presión total en el sistema de llenado de propelente generalmente es 50 Psi mayor que la presión de vapor del propelente.

Paso 7.- Los envases llenos pasan a través de una tina de pruebas (baño maría) a 55°C que es la prueba de fugas para los envases DOT.

En ésta prueba las fallas más comunes encontradas son la fuga del contenido por la válvula o la explosión de envases por la sobrepresión causada por el incremento de temperatura.

Esta prueba deberá contar con una supervisión continua a fin de realizar los ajustes o tomar las acciones necesarias.

Paso 8.- Después de pasar los envases por la tina de baño maría pasan por una corriente de aire donde son secados eliminando el agua de los puntos críticos donde se puede presentar la corrosión, por ejemplo: la taza de la válvula.

- Paso 9.-** Se verifica el peso del contenido del aerosol, en algunos casos éste paso puede ser antes del engarjolado de la válvula.
- Paso 10.-** Aquí es colocada la tapa protectora de plástico del envase, este paso puede ser intercambiado con el siguiente, para facilidad del etiquetado.
- Paso 11.-** En éste paso los envases serán etiquetados y codificados. Obviamente el etiquetado solo será necesario en el caso de que el envase no sea litografiado.
- Paso 12.-** Aquí los aerosoles llegan a un disco de acumulación de donde son tomados manual o automáticamente para colocarlos en cajas de cartón corrugado, éstas a su vez colocadas en tarimas para enviarlas al almacén de producto terminado.

El sistema de envasado a presión se desarrolló debido a que existen productos que contienen agua (Insecticidas base acuosa) en su formulación y por lo tanto no pueden ser llenados a bajas temperaturas porque se congelaría el agua. La desventaja de este sistema es que la capacidad de producción es menor que la del llenado en frío, aunque en la actualidad se están utilizando máquinas rotatorias de llenado múltiple que aumenta la velocidad de producción.

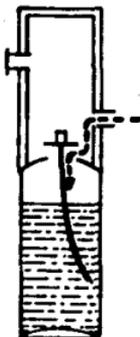
ENVASADO DE INSECTICIDA POR DEBAJO DE LA VALVULA



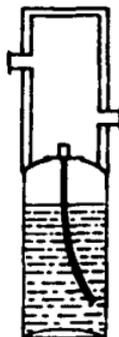
Sello de la cabeza  
con el envase



Purga del  
aire



Llenado del propelente



Engargolado de la válvula

Descripción del proceso de envasado por debajo de la válvula

El proceso de envasado por debajo de la válvula es una combinación de los dos sistemas anteriores y es atractivo porque tanto el concentrado como el propelente se dosifican a temperatura ambiente, pero es necesaria una máquina llenadora con cabezas llenadoras especiales, opera con vacío y bomba dosificadora de propelente. El funcionamiento de una línea de este tipo se describe a continuación:

- Paso 1.- Los envases vacíos de aerosol son colocados en un disco de acumulación que los alimenta gradualmente a un transportador de tablillas.
- Paso 2.- Después que los envases salen del disco de alimentación, entran a un mecanismo que los invierte de posición para que por medio de una corriente de vacío se les quite el polvo o basura que contengan, el mismo mecanismo vuelve a colocar los envases en su posición original.
- Paso 3.- En este paso los envases llegan a la máquina que dosifica el concentrado de insecticida a cada uno de los envases.
- En este paso es muy recomendable contar con algún mecanismo que controle automáticamente el contenido de concentrado o cuando menos manualmente para tomar a tiempo las acciones correctivas.

**Paso 4.-** Los envases continúan por el transportador hasta llegar a una estación donde les es colocada la válvula, solamente sobrepuesta.

**Paso 5.-** Al continuar los envases por la línea entran a la máquina con las cabezas especiales para realizar este tipo de llenado especial de la siguiente manera:

- a) Baja la cabeza de la máquina hasta el hombro del envase y forma un sello hermético entre la cabeza y el envase, cada cabeza cuenta con dos válvulas; una para el vacío y otra para dosificar el propelente.
- b) Tan pronto como se forma el sello, se abre la válvula de vacío y se realiza la purga o evacuación del aire contenido en el envase, esta operación dura unos segundos, enseguida se cierra la válvula de vacío. Mientras tanto la válvula del propelente ha permanecido cerrada.
- c) En este momento se abre la válvula del propelente hasta alcanzar una presión pre-establecida y por el tiempo suficiente para llenar el envase.
- d) Cada una de las cabezas cuenta internamente con el aditamento que engargola la válvula al envase, por lo que cuando se ha terminado de dosificar el gas propelente, la válvula es engargolada antes de que se retire la cabeza que forma el sello con el envase, terminada esta operación el aerosol ya está lleno con propelente y concentrado.

- Paso 6.-** Cada envase pasa por la segunda estación de verificación de peso y separados aquellos que estén fuera de especificaciones.
- Paso 7.-** En éste paso es colocado el activador de la válvula y al mismo tiempo se hace presión para probar el funcionamiento de la válvula.
- Paso 8.-** Los envases de aerosol llenos pasan por la tina de pruebas (agua a 55°C) para detectar fugas.
- Paso 9.-** Al salir los aerosoles de la tina de baño maría continúan por la banda transportadora hasta la estación con una corriente de aire que los seca del agua para evitar corrosión en el exterior del envase.
- Paso 10.-** Se les coloca la tapa protectora de plástico.
- Paso 11.-** Siguiendo por la banda transportadora los envases llegan a la máquina etiquetadora, donde también se les codificará con el número de lote. Al igual que los procesos anteriores, si el envase es litografiado, ésta estación no existirá y los envases solo serán codificados.
- Paso 12.-** Finalmente los envases llegan a la estación final (puede ser un disco acumulador) de donde se tomarán para empacarlos en una caja de carton corrugado, colocarlos en tarimas y enviarlos al almacén de producto terminado.

El proceso de envasado de aerosoles por debajo de la válvula fué desarrollado utilizando conceptos de los procesos de envasado en frío y el de envasado a presión lográndose líneas de envasado sin los problemas de los anteriores como son los sistemas de refri-

geración muy caros o la baja producción del envasado a presión, pero el sistema resultante que es muy rápido, también es complicado y caro por lo que podemos concluir que en el caso de los insecticidas en aerosol para uso en el hogar el sistema predominante en nuestro país es el envasado a presión con las variantes que cada empresa en particular desarrolla para adaptarlo a sus necesidades.

Dentro de los procesos de fabricación para los insecticidas en aerosol es muy importante la elaboración de métodos de fabricación detallada y sus sistemas de control, a fin de obtener una calidad superior y homogénea en cada uno de los pasos desde la elaboración de la orden de fabricación, la preparación del equipo, fabricación de concentrados, envasado, etiquetado y empaque.

Es muy útil la aplicación del concepto de "Control Total de Calidad", "Calidad Total" o como se le quiera llamar a ésta forma de considerar que el responsable de la calidad de un producto o servicio no es únicamente el departamento de "Control de Calidad" sino cada una de las personas que intervienen de alguna manera en el proceso productivo.

Los controles de los métodos de fabricación deberán establecerse de una manera razonable tal que permitan hacer un seguimiento y aseguramiento de calidad durante todo el proceso.

#### 8.- Principales problemas en la fabricación de insecticidas en aerosol

En la fabricación de insecticidas en aerosol se presentan diferentes problemas que se pueden reflejar en la calidad del producto final o en problemas de operación durante el proceso.

En esta sección hablaremos de los problemas más comunes y las formas para resolverlas.

### 1.- Fugas por la válvula

Este es uno de los problemas más frecuentes que se presentan en los insecticidas en aerosol y pueden localizarse en dos lugares, el primero en el empaque del vástago de la válvula, este tipo de fuga se debe generalmente a que el empaque no es del material adecuado para resistir los solventes y/o el propelente de la formulación, por lo que habrán de hacerse pruebas de inmersión del empaque en el concentrado y/o el propelente, observar si el empaque es atacado, pierde flexibilidad o cualquier cambio en sus características que nos indique la causa de la fuga, como alternativa se seleccionará el material adecuado de acuerdo a tablas de resistencia de los materiales a los agentes químicos o se puede consultar con el fabricante de la válvula. Los materiales más usuales son Buna N, Neopreno y algunos otros para usos especiales como Vitón, Teflón.

El segundo lugar donde se presentan a menudo fugas de la válvula es en la unión de envase y válvula, la causa más común de estas fugas es un engargolado defectuoso, por lo que habrá de revisarse la engargoladora y ajustar o cambiar las piezas que estén provocando el mal sello. En éste mismo lugar también se pueden presentar fugas debidas al uso de un material inadecuado en el empaque, este problema se resuelve de la misma manera anteriormente comentada. El empaque de la taza está hecho por la aplicación de Neopreno

líquido que posteriormente es secado y vulcanizado, pero se puede acordar con el fabricante de la válvula la aplicación de un material especial que resista los componentes de la formulación de insecticida.

Una causa no muy común de fugas por la válvula puede ser el resorte del vástago de la válvula ya que deberá ejercer la suficiente presión para que el vástago regrese a su lugar después de cada activación y no depender exclusivamente de la presión interna del recipiente para el cierre de la válvula. El material comunmente usado para el resorte es el acero inoxidable 302 ó 316 ya que debe resistir la oxidación.

## II.- Composición no homogénea en todas las unidades de un lote de insecticida

En los insecticidas base acuosa lo que se tiene es una emulsión, cuya estabilidad en ocasiones no es muy buena y tiende a separarse en dos fases, si no se tiene cuidado se dosificarán los primeros envases con una composición del concentrado diferente a la composición de las últimas piezas envasadas. Para resolver éste problema se deberá buscar un agente emulsionante que mantenga estable la emulsión de insecticida acuosa, adicionalmente a ésto se deberá contar en el tanque de alimentación de la dosificadora de concentrado con un sistema de agitación que asegure la homogeneidad del concentrado al momento de dosificarlo a cada uno de los envases.

### III.- Tubo de inmersión

Se debe verificar con cuidado que el material de que está constituido el tubo de inmersión de la válvula resista los agentes químicos de la formulación de insecticidas, pues ocasionalmente se reblandecen y se desprenden de la válvula o se rompen impidiendo el correcto funcionamiento del producto en aerosol.

### IV.- Filtración

Para evitar la obstrucción de la válvula del aerosol es recomendable instalar un filtro antes de las válvulas dosificadoras de concentrado, adicionalmente a la filtración que se haya hecho al fabricar el concentrado.

### V.- Formación de espuma

En insecticidas de formulación base acuosa se llega a formar espuma en el orificio del activador al momento de operar la válvula, esto provoca un rocío defectuoso que impide que el producto funcione como fue conceptuado. Lo anterior puede ser consecuencia de varias causas entre las que se pueden mencionar :

- El agente antiespumante no está actuando como estaba previsto o es necesaria una mayor cantidad en la fórmula para lo cual se deberá analizar cuidadosamente la formulación y tomar las medidas necesarias.

- La válvula o el activador no son los adecuados al producto, en este caso se debe hacer un análisis cuidadoso y las pruebas necesarias antes de tomar una decisión.

### VI.- Corrosión

Durante el proceso de envasado hay un paso en que los envases pasan por un baño de agua para detectar fugas, después de esta prueba los aerosoles pasan por una corriente de aire que les seca el agua.

Es muy importante que el envase quede completamente seco sobre todo en el domo y la válvula donde se acumula bastante agua que después puede provocar oxidación externa en el bote. En la parte interna ya se mencionó que se usan recubrimientos de diferentes tipos así como inhibidores de corrosión.

Los problemas durante la fabricación de insecticidas aerosol hasta aquí comentados no son todos lo que se pudieran llegar a presentarse ni las soluciones son únicas en cada uno de ellos, pero se han comentado los más comunes y será para cada proceso en especial en las condiciones propias de cada uno, que se busque la mejor forma de resolverlos en la ocasión en que se presenten.

#### 9.- Selección del propelente

Para que una sustancia sea usada como gas propelente de un producto en aerosol deberá reunir las siguientes características.

- a) La presión de vapor debe ser de 15 a 120 lb/in<sup>2</sup> a 20°C (1.06 a 8.45 kg/cm<sup>2</sup>), este intervalo está basado principalmente en la presión que pueda resistir el envase que normalmente se utiliza en la industria del aerosol, sin embargo podría tenerse presiones mayores que implicarían el uso de envases más resistentes y de mayor costo por lo que no tienen gran demanda.
- b) Inertes.- El propelente no debe reaccionar con los demás componentes de la formulación de insecticida ya que el concentrado podría degradarse y perder su potencia como insecticida, adquirir un olor desagradable o atacar el envase y su recubrimiento.
- c) Inflamables.- Se debe evitar hasta donde sea posible el uso de sustancias inflamables o explosivas.

- d) El propelente debe ser inodoro e incoloro, aunque existen algunas excepciones que se prefieren por cuestiones económicas sin afectar la calidad del producto.
- e) No irritante. - Esto es aplicable principalmente en productos que tienen contacto con la piel.
- f) Costo. - Debido a que el propelente forma parte del costo de la formulación en un gran porcentaje, el costo se vuelve un factor importante.

Por otra parte para hacer la selección de un gas propelente específico se toman en cuenta los siguientes factores:

Tipo de descarga deseada. - Las características del rocío, nube o espuma dependen de la cantidad de propelente usado, de la presión de vapor del mismo, de la válvula y activador de la misma.

La presión de vapor en la formulación debe satisfacer dos necesidades básicas: La resistencia a la presión del recipiente en el cual va a ser envasado y el cumplimiento con las normas de seguridad de recipientes a presión.

La presión de vapor deseada se obtiene con una mezcla de propelentes que puede tener un intervalo de variación entre los límites de las presiones de vapor de los componentes puros, según sea la composición de la mezcla. Lo anterior es el principio en el desarrollo de las formulaciones de insecticidas en aerosol.

Como se mencionó antes la presión de vapor del sistema se ve incrementada por la presión de vapor de todos los componentes sobre todo por el solvente por lo que habrá de considerarse al momento del cálculo de la presión del gas propelente ó la mezcla de -- ellos.

## Ventajas y desventajas derivadas del uso de propelentes a base de hidrocarburos

### Ventajas.-

- La presión permanece constante durante todo el vaciado y por medio de mezclas de hidrocarburos se puede obtener una presión determinada.
- Como la presión es constante, el rocío también lo es.
- El concentrado es vaciado casi en su totalidad.
- No está restringido su uso debido a que no se les relaciona con la destrucción de la capa de ozono, por lo que actualmente son la mejor alternativa como gases propulsores en insecticidas en aerosol.
- El costo es mucho más bajo que el de los halocarburos.
- Disponibilidad.- Los hidrocarburos son fácilmente disponibles dada la materia prima con la que se fabrican.

### Desventajas.-

- La cantidad de propelente usada es más alta que si se usaran halocarburos o gases comprimidos ( $\text{CO}_2, \text{H}_2, \text{N}_2$ )
- Son más inflamables que los halocarburos por lo que las instalaciones deben contar con sistemas adecuados para su manejo como instalaciones y equipo eléctrico contra explosión, detectores de gases, sistemas de extracción y otros.

## Ventajas y desventajas del uso de propelentes halocarburos

### Ventajas.-

- La presión del sistema aerosol permanece constante durante el vaciado, también se pueden hacer mezclas.
- Debido a la presión constante el rocío también lo es.
- El concentrado es vaciado casi en su totalidad.
- Se pueden usar bastante bien con productos perfumados.

### Desventajas.-

- La principal y definitiva desventaja de los halocarburos es su relación directa con la destrucción de la capa de ozono por lo que están muy restringidos en la industria del aerosol.
- Disponibilidad.- Debido a las restricciones del Protocolo de Montreal para su producción la disponibilidad es limitada.
- Costo.- Debido a las dos causas anteriores el costo se ha elevado también.

### 10.- Determinación de la cantidad de propelente

Al momento de desarrollar una formulación de insecticida para el hogar en aerosol será necesario determinar la cantidad de gas propelente necesario para que todo el producto sea atomizado y no quede nada en el envase.

En éste capítulo no se considerará el caso de los hidrocarburos halogenados ya que como se ha mencionado están en proceso de desaparecer como propelentes de aerosoles debido a la polémica existente de la destrucción de la capa de ozono.

En cuanto a los gases propelentes a base de hidrocarburos no hay mayor problema ya que como se mencionó antes son gases licuados que se encuentran en equilibrio con su vapor a temperatura ambiente y tienden a pasar a la fase vapor con los cambios de volumen o presión; bajo éstas condiciones, para determinar la cantidad de propelente bastará considerar los factores de:

- Tipo de rocío deseado
- Limitaciones de presión por el tipo de envase
- Presión de vapor del solvente utilizado

- Válvula a utilizar y activador

Con las consideraciones anteriores y sabiendo que para sistemas en aerosol homogéneos es suficiente desde un 15% de propelente de la formulación para desplazar el concentrado, solo se requerirá realizar algunas pruebas de laboratorio para determinar la proporción de propelente.

Por otro lado se tiene el caso de que el gas propelente sea parcialmente soluble en el concentrado o definitivamente insoluble en cuyo caso estaremos hablando de un sistema aerosol heterogéneo en el que el propelente puede ser un gas licuado o un gas comprimido.

En éste caso es muy útil hacer uso de el coeficiente de solubilidad de Ostwald que está definido como la relación de volúmenes de gas disuelto en el líquido (concentrado), sobre el volumen total del líquido a las condiciones del envase.

$$S = \frac{\text{Volumen de gas disuelto}}{\text{Volumen Del líquido}}$$

La ventaja del uso del coeficiente de solubilidad de Ostwald es que no varía con la presión pero sí con la temperatura; éstos coeficientes se reportan en la literatura para la mayoría de los solventes; en caso contrario es posible calcularlos experimentalmente para un sistema en especial haciendo uso de un recipiente pequeño semejante a un envase de aerosol con accesorios para medir la presión, temperatura, válvula de purga y una válvula de llenado con tubo de inmersión.

La forma de hacer la medición es como sigue:

- a) Se llena el recipiente con una cantidad determinada de líquido (concentrado) y se pesa.

b) Se inyecta el gas propelente hasta una presión en que el líquido comience a salir por la válvula de purga y se vuelve a pesar el recipiente.

Con los datos anteriores y la fórmula siguiente se puede calcular el coeficiente de solubilidad de Ostwald:

$$S = \frac{1}{X} \left( \frac{WRT}{VMP} + X - 1 \right)$$

Donde:

- S= Coeficiente de solubilidad
- X= Volumen del líquido/volumen del envase
- W= Peso del gas propelente, gramos
- R= Constante de los gases, 82.06 ml.atm/mol\*°K
- T= Temperatura, °K
- V= Volumen del envase, ml
- M= Peso molecular del propelente
- P= Presión total absoluta en atmósferas

Si se cuenta con el coeficiente o se calcula, ya se puede determinar el peso del propelente con la ecuación:

$$W = \frac{VMP}{RT} (XS + 1 - X)$$

Esta ecuación es la misma que para el coeficiente pero ahora se usará con las variables del producto en aerosol deseado (P,V,T), ésta misma ecuación nos puede servir para colocar los cambios de presión con la temperatura.

Los cálculos anteriores, no son del todo exactos, pero con la experiencia se ha demostrado que los resultados con las ecuaciones mencionadas son adecuados para el propósito.

## 11.- Conclusiones

A lo largo de éste trabajo se presentaron los procesos de fabricación de insecticidas en aerosol para uso en el hogar, se justificó la existencia de estos productos por la relación existente de insectos-enfermedades.

Por otra parte, como se mencionó los aerosoles son una forma excelente de presentación de los más diversos productos por la facilidad de aplicación, dosificación, no es necesario el contacto o manipulación directa del producto por parte del usuario y algunas otras ventajas específicas de cada producto en aerosol.

Por la estructura de los insecticidas en aerosol es necesaria la concurrencia de diversos proveedores que suministren los insumos necesarios para la fabricación de éstos productos; debido a ésta situación, la industria de insecticidas en aerosol para uso doméstico es grande, diversa y requiere de la participación de personal capacitado para resolver los problemas técnicos presentes y futuros de dicha industria.

El principal problema que tiene la industria de los insecticidas en aerosol es una disminución de popularidad a causa de su innegable participación en el aumento de la contaminación ambiental en contra-posición de los beneficios que ofrece el control de plagas e insectos mediante sistemas biológicos.

Existe validez en algunos de los cargos contra cierto número de insecticidas, particularmente los compuestos clorados, éstos compuestos no son fáciles de descomponer por la naturaleza y se estima que una gran parte de éstos, insecticidas permanece en forma residual. Restos de éstos insecticidas se han encontrado en plantas, animales y como consecuencia de la cadena alimenticia, también en seres humanos.

A causa de las restricciones gubernamentales por los aspectos dañinos de los insecticidas se ha incrementado el interés y desarrollo de métodos biológicos para el control de plagas e insectos, sin embargo estos métodos no han producido todavía un control efectivo como los productos químicos, sobre todo en el ámbito doméstico donde no son aplicables hasta el momento dichos métodos biológicos.

El control biológico como todo procedimiento tiene ventajas y desventajas, pero sus ventajas, pocas todavía no son muy aceptadas. Ha habido éxito en pruebas en el campo con varios agentes para control de plagas incluyendo bacterias, virus, hongos y gusanos.

Por otra parte los métodos biológicos también pueden ser usados en combinación con pesticidas o sustancias de control genético por ejemplo la diseminación de insectos machos previamente esterilizados en laboratorio en áreas donde la población de insectos ha sido reducida con productos químicos han tenido éxito en la erradicación de plagas.

Sin embargo a pesar de tales logros no es probable que el control biológico reemplace los métodos químicos en un futuro cercano.

VI.- El mayor énfasis en la investigación de insecticidas está dirigida hacia el desarrollo de productos menos persistentes, menos peligrosos y más específicos, éstos son insecticidas selectivos.

El incremento de la eficiencia en los insecticidas aplicados es otra de las áreas que requieren una gran actividad de investigación, pues la mayoría de los sistemas hoy en día utilizados dejan residuos, y en muchos de los casos el 50 a 75 % del insecticida rociado no logra su propósito y queda desperdiciado.

Algunos de los problemas que originan estos bajos rendimientos en la aplicación de insecticidas son el uso de válvulas y activadores para aerosol inadecuados, formulaciones impropiedades desarro-

lladas para el insecto que se desea eliminar.

Para resolver éste tipo de problemas se están realizando pruebas de efectividad y funcionalidad de los insecticidas en aerosol, para lograr productos selectivos no tan sólo del ingrediente activo, sino también del elemento aplicador (envase, válvula).

VII.-Otro de los retos que enfrenta actualmente la industria de insecticidas en aerosol es el de resolver a corto plazo el problema planteado por los hidrocarburos halogenados y la destrucción de la capa de ozono en la estratósfera, ya que como resultado de conferencias internacionales como la Reunión de Viena de 1984, el Protocolo de Montreal de 1987 o la Reunión de Suiza de 1988 en las que como primera fase restringen la producción y uso de hidrocarburos halogenados hasta su completa desaparición como gases propelentes y recientemente otras restricciones para los hidrocarburos y solventes (VOCs) utilizados en los aerosoles.

Debido a ésta situación será necesario desarrollar alternativas de gases propelentes para los insecticidas en aerosol, algunos de ellos que ya se han intentado en el pasado. Otra forma de resolver éste problemas podría ser el uso de nuevos envases para aerosol en donde el gas propelente no esté en contacto con el contenedor insecticida y pueda en un momento dado ser recuperado el gas propelente (sistemas BAG-IN-CAN, de pistón y BI-CAN).

También se están estudiando envases y sobre todo válvulas que pueden trabajar satisfactoriamente con los gases comprimidos como el  $N_2$ , He,  $CO_2$  con los cuales no se tendrían restricciones en el aspecto de contaminación atmosférica.

El panorama presentado nos muestra que la industria de los insecticidas en aerosol para uso doméstico es una industria con problemas que resolver pero también como una industria de amplias perspectivas y retos interesantes.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Meza Nieto José, Martínez Torner Florentino  
Insectos, Plagas de la Agricultura y Sistemas para Combatirlas  
United States Department of Agriculture  
Editorial Herrero (1965)
  
- 2.- Montfort A. Johnsen  
The Aerosol Handbook  
Edit. Wayne Dorland Company  
Mendham, N.J. 2nd. Ed. (1982)
  
- 3.- E. R. De Ong, D. Bishop, J. L. Bishop Jr.  
Insect Disease and Weed Control  
Chemical Publishing Co. Inc.  
(1972)
  
- 4.- Windholz, Martha. Budavari, Samuel.  
The Merck Index  
An Encyclopedia of Chemicals and Drugs  
Merck and Co., Inc.  
Rahway, N. J. (1983)
  
- 5.- B. Elvers, S. Hawkins, M. Ravenscroft, G. Shultz  
Ullman's  
Encyclopedia of Industrial Chemistry  
Vol. A - 14, Fifth, Completely Revised Edition  
(1989)

- 6.- Sanders Paul A.  
Handbook of Aerosol Technology  
2nd. Edition  
Van Nostrand Reinhold Company  
(1979)
- 7.- Tomeny, George  
Barrier Packs  
Aerosol Age, Julio, 18 -20  
(1989)
- 8.- Mackay, Bob. Preece, Colin  
The Bi-Can Barrier Pack  
Aerosol Age, Julio, 21 - 24  
(1989)
- 9.- Hsu, Howard. Campbell, Donald  
Calculations for formulations with soluble gas propellants  
Aerosol Age, September, 19 - 20  
(1975)
- 10.- R.M. Grasiano's Tariff No. 31  
Hazardous Materials Regulations of the Department of  
Transportation by Air, Rail, Highway, and Water.  
March 21, (1977)
- 11.- González Mendoza, Miguel A. (ed.)  
Guía de Productos Especializados para el Control de Plagas  
Ediciones P.L.M. , S.A. de C.V.  
México, (1991)