

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

IMPORTANCIA ECONOMICA DE AEROSOLES

EN LA INDUSTRIA FARMACEUTICA

Y COSMETICA

FERNANDO PEREZ MEYER

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1980

M-21732



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

*Etelvina Medrano de Jaimes*  
PRESIDENTE Prof. ETELVINA MEDRANO DE JAIMES

*Juan Bosco Echepeña*  
V O C A L Prof. JUAN BOSCO ECHEPEÑA

Jurado asignado  
originalmente

*Rafael Zendejas Guizar*  
SECRETARIO Prof. RAFAEL ZENDEJAS GUIZAR

1er.SUPLENTE Prof. ANDRES ZUÑIGA PADILLA

2do.SUPLENTE Prof. HECTOR JARA FARJEAT

Sitio donde se desarrolló el tema: BIBLIOTECAS Y CONFERENCIAS

Nombre y firma del sustentante: FERNANDO PEREZ MEYER

*Fernando Pérez Meyer*

Nombre y firma del asesor del tema: Prof. RAFAEL ZENDEJAS GUIZAR

*Rafael Zendejas Guizar*

  
DEPTO. DE LABORATORIOS Y  
EXAMENES  
FAC. DE QUÍMICA

A MI MAMA  
POR SU CARIÑO  
Y ESPUEERZO

A MI ESPOSA  
POR SU CARIÑO  
E IMPULSO

A ROSITA  
POR SU CARIÑO  
Y SU FE

A LA MEMORIA  
DE MI PAPA  
POR SU RECUERDO

A LA MEMORIA  
DE MI TIO MAX  
POR SU APOYO

A LA MEMORIA  
DE MI TIO LAZARO  
POR SU CONFIANZA

A MI TIO MARCOS  
POR SU CONSEJO  
Y SU CRITICA

A MI TIO JUAN  
POR SU AYUDA  
Y SU ALIENTO

A CUAUHTEMOC  
POR SU AMISTAD  
Y SU ANIMO

A MIS HERMANAS  
POR SU PACIENCIA

A MIS FAMILIARES PATERNOS  
POR SU COMPAÑIA

A MIS FAMILIARES POLITICOS  
POR SU ACEPTACION

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS  
EN GENERAL

A DAVID Y RENE  
POR SU ESTIMACION

A LA MAESTRA LILIA  
POR SUS ENSEÑANZAS

A MI ASESOR  
PROF. RAFAEL ZENDEJAS

A MIS MAESTROS  
Y COMPAÑEROS

A LA  
U. N. A. M.

PROLOGO

"Los Aerosoles causan Cancer". En 1974, aparecen varias publicaciones de la Prensa Nacional e Internacional con encabezados alarmistas como el anterior; esto hace que la atención general se centre en los Aerosoles.

Al analizar detenidamente estas noticias, se aclara que su efecto no es directo, sino a través de la acción de uno de sus componentes en la capa de Ozono atmosférico, el cual impide la penetración a la superficie terrestre de los rayos Ultravioleta provenientes del Sol, los cuales pueden causar Cancer en la piel.

Al reflexionar sobre estos productos, queda de manifiesto que se conoce muy poco de ellos a nivel general. Se sabe que al oprimir un "botón", sale un rocío que contiene el producto para el cual se destina al Aerosol.

Este trabajo tiene como intención, el dar a conocer más detalladamente a los Aerosoles, desde sus inicios, hasta su progreso actual, dando información acerca de sus componentes y los aspectos Fisicoquímicos que intervienen en su elaboración y uso.

Se enfoca también el trabajo, hacia su importancia en la Industria Cosmética y Farmacéutica, dado que el mayor volumen de Aerosoles producidos corresponden a Productos Cosméticos, y en lo referente a Productos Farmacéuticos, porque el Aerosol representa una Forma Farmacéutica más, como lo son las tabletas, jarabes, inyectables, etc., además que se enunciarán las ventajas que se obtienen al utilizar aerosoles para fines terapéuticos.

Es mi deseo, que las personas que tengan acceso a este trabajo, al terminar de leerlo, tengan una idea amplia y confiable respecto al amplio campo de investigación, desarrollo y producción que posee la Industria del Aerosol.

FERNANDO PEREZ MEYER

CONTENIDO

PROLOGO -----	i
CONTENIDO -----	ii
INTRODUCCION -----	1
I.- EL AEROSOL -----	3
A) HISTORIA	3
B) GENERALIDADES	5
a) Sistemas de Coloides	5
Tamaño de las Partículas Coloidales	6
Diferentes estados de agregación en un Sistema Coloidal	7
b) Clasificación de Aerosoles	7
Por el tipo de aspersión	7
Por el estado físico de la materia	8
Por el tipo de riesgo al manipular aerosoles	15
Por el uso al cual estén destinados	17
II.- ASPECTOS FISICOQUIMICOS DEL AEROSOL -----	30
A) CONCEPTOS FUNDAMENTALES	30
a) Clases de materia	30
b) Clases de Sustancias	30
c) Estados de agregación de la materia	30
B) IMPORTANCIA DE LOS ESTADOS GASEOSO Y LIQUIDO EN RELACION CON SISTEMAS DE AEROSOL	32
a) Ley de Boyle	32
b) Ley de Charles	33
c) Ley combinada de los gases	34
d) Ecuación de los Gases Ideales	34
e) Ley de Dalton (Presiones Parciales)	35
f) Ley de Amagat (Volúmenes Parciales)	35

g) Teoría Cinética de los gases	35
h) Ecuación de Van der Waals	39
i) Presión de Vapor	40
j) Licuefacción de los gases	41
k) Variación de la presión de Vapor con la temperatura	41
l) Presiones de Vapor de una solución	43
C) DISPERSIONES	45
a) Soluciones verdaderas	45
Tipos de soluciones	45
Descenso de la Presión de Vapor de un solvente.	47
b) Soluciones Coloidales	48
Propiedades físicas y tamaño de la partícula	48
Fenómenos superficiales	49
Tensión superficial de los líquidos	49
Tensión interfacial	50
Tensión superficial de las soluciones	51
Agentes de superficie activa	51
Emulsiones	56
III.- CONSTITUYENTES DEL AEROSOL -----	58
A) GAS PROPULSOR O PROPELENTE	58
a) Clasificaciones	58
Gases licuados.- Propiedades	58
Gases Comprimidos.- Propiedades	70
b) Toxicología de los Propelentes	73
c) Mezclas o sistemas de Propelentes	75
d) Teoría de la acción de los Fluorocarbonos - en la Atmósfera	77
e) Propelentes de Fluorocarbono alternativos	85
B) PERFUME O SUSTANCIAS AROMATICAS	87
a) El perfume en el Aerosol	87

b) Definición y componentes	87
c) Perfumado de aerosoles	88
C) ENVASES Y RECIPIENTES	91
a) Tipos y medidas	91
b) Métodos de carga o de llenado	94
c) Presiones de llenado	97
D) VALVULAS Y ACCIONADORES	97
a) Partes que la forman	97
b) Tipos de válvulas	98
c) Casquetes protectores	99
IV.- ASPECTOS ESTADISTICOS Y ECONOMICOS DEL AEROSOL -----	100
A) MERCADO EN MEXICO	100
B) ESTADISTICAS EN OTROS PAISES	110
a) Argentina	110
b) Brasil	110
c) Europa	112
d) Estados Unidos	114
V.- RESUMEN -----	116
Va.- COMENTARIOS -----	118
VI.- BIBLIOGRAFIA -----	120

## INTRODUCCION

Cuando se menciona la palabra AEROSOL, viene a nuestro pensamiento un bote de hoja de lata cilíndrico que posee una válvula, que al accionarla expelle un rocío que dejará en el ambiente un aroma agradable o bien una sustancia que matará a los insectos.

Desde el punto de vista comercial, nos daremos cuenta, que la palabra aerosol no solo implica insecticida o aromatizante, ya que podemos encontrar diversos productos que se presentan en esta forma de distribución; así nos encontramos una gran variedad de productos cosméticos como son : fijapelos, desodorantes, espumas de afeitar, colonias, etc..., hasta llegar a los productos farmacéuticos como son : antisépticos, analgésicos, antibióticos, etc..., sin mencionar por no ser de interés para este trabajo, a los productos alimenticios, las pinturas y esmaltes, los pulimentos y otros.

Por lo tanto, redondeando lo anterior, existen desde este punto de vista algunas definiciones que engloban a todos los productos de esta Industria:

Un Aerosol es un producto envasado en un recipiente a presión, equipado con una válvula.

Un Aerosol es un producto con envase propio aplicable en aspersiones, en el cual, un gas licuado proporciona la fuerza propulsora.

Aerosol, es un término que se refiere a todos los productos que dependen del poder de un gas licuado o comprimido, a fin de ser expulsados del envase que los contiene.

En el concepto científico, el término aerosol tiene un significado más amplio y así tenemos a las nubes, el humo y el conocido "smog" como ejemplos de los aerosoles naturales. Esto, partien-

do de la definición original que nos dice : Un Aerosol es una suspensión de pequeñas partículas en el aire, en la cual, el radio de las partículas es menor de 50 micras.

Una definición más completa es la siguiente : El Aerosol es un sistema coloidal compuesto de partículas sólidas o líquidas finamente subdivididas, dispersas en un medio gaseoso cuyo tamaño debe ser menor de 50 micras y generalmente de menos de 10.

EL AEROSOLA) HISTORIA

Una de las primeras patentes sobre un aerosol, fué obtenida por Lynde en 1862: él demandó una válvula tapón, la cual permitió presurizaciones de botes conteniendo agua mineral.

Uno de los primeros casos en que una sustancia envasada haya sido impulsada por la presión desarrollada dentro del envase, se conoció por 1899, gracias a los estudios de Helbing y Pertsch, -- que describieron un proceso para obtener un rocío fino de soluciones de goma o resinas en Cloruro de Metilo o Etilo, combinados -- con Alcohol o Eter o sin combinar. El calor de la mano sobre el -- envase, generó la suficiente presión interna, así que la solución se descargó como un rocío a través del orificio de la válvula.

Los aerosoles de gas licuado, aparecieron por primera vez en los inicios de este siglo, y así en 1903, Moore describió un atomizador de perfumes en el que usaba gas carbónico como propulsor: en 1921, se reporta a Mobley que aplicó antisépticos usando el -- mismo gas como propulsor.

Muchas patentes, principalmente referentes a modificaciones de la válvula o al uso de Bióxido de Carbono como propelente, aparecieron durante los primeros 25 años. Sin embargo, un descubrimiento que influyó en mayor parte en el desarrollo de la futura -- Industria del Aerosol, ocurrió en 1928 en el campo de la refrigeración. Antes de este tiempo, los refrigerantes comerciales eran compuestos de alta toxicidad como el Dióxido de Azufre, Cloruro -- de Metilo y Amonia. El escape de alguno de ellos era fatal y la -- necesidad de un refrigerante no tóxico se hizo imperante.

Midgley, Henne y McNany sintetizaron el Diclorodifluorometano ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ), un compuesto de muy baja toxicidad. Por 1929, estu--

vieron produciendo cantidades experimentales en una pequeña planta. Los resultados de este trabajo fueron presentados en la Sociedad Americana de Química. Este compuesto y otro, el Triclorofluor metano, estuvieron comercialmente dispuestos en 1931.

Otros dos fluorocarbonos, el Diclorotetrafluoretano ( $\text{CClF}_2\text{CClF}_2$ ) y el Triclorotrifluoretano ( $\text{CCl}_2\text{CClF}_2$ ) aparecieron en el mercado en 1934. Los compuestos que fueron destinados a ser empleados más ampliamente como propelentes de aerosol eran el Triclorofluormetano y el Diclorodifluormetano.

En 1933, un noruego de apellido Rotheim hizo notar que se podían usar otras sustancias como propulsores, como eran: Cloruro de Metilo, de Vinilo, Eter Dimetilico y los que actualmente tienen mucha demanda como son los Hidrocarburos: Isobutano, Propano, etc...

Por estos mismos años, se dá a conocer una patente a nombre de Gebauer sobre un atomizador de vidrio para aerosoles que estaba compuesto de un tubo capilar y una válvula con cierre de resorte, usando fluorocarbonos como propulsor.

Otro factor importante que influyó en el desarrollo de la industria del aerosol, ocurrió en 1942, durante la Segunda Guerra Mundial. Los insectos causaban muchos decesos entre las tropas de ultramar; el único método disponible para combatirlos era un cañón de rocío operado con la mano. Este aparato fué relativamente inefectivo porque las grandes gotas de rocío con base de petróleo, caían rápidamente a la tierra. El departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ya habían estado trabajando en un insecticida en aerosol formulado con Diclorodifluormetano como propelente. Este propelente de alta presión producía un rocío muy fino que era extremadamente efectivo. Las fuerzas armadas fueron convencidas de su utilidad y Westinghouse empezó a producir la llamada "bomba para insectos" en 1942, ideada gracias a los estudios de los doctores Goodhue y Sullivan.

Los envases de los insecticidas en aerosol, producidos durante la Guerra Mundial, eran de construcción reforzada de acero que utilizaban fluorocarbonos como propulsores, solo que la presión atomizadora era cuando menos el doble de la usada actualmente. Estas unidades eran caras y nada atractivas en apariencia. Sin embargo, cuarenta millones de estas, fueron producidas durante la guerra y millones de americanos, las hicieron familiares entre ellos. Después de la guerra, se hizo evidente el gran mercado potencial que existía por la gran demanda de este producto por el pueblo.

Fué reconocido también, que los insecticidas habrían de ser modificados, de modo que pudieran ser envasados en botes desechables a baja presión y con contenido de poco peso, si la atención de la población civil estaba asegurada. A fines de 1948, algunas compañías estadounidenses habían desarrollado envases de aerosol de poco peso, una válvula confiable, y otros cambios que dieron como resultado una baja considerable de precio para productos en aerosol y los pusieron dentro del alcance del público en general. La lista de productos en aerosol pronto empezó a extenderse. Los ímpetus por una nueva industria habían sido proporcionados y la respuesta fué inmediata. La influencia de esta nueva industria empezó a extenderse a otros países, y así, alrededor de 1954, aparecen en México los primeros productos en aerosol.

## B) GENERALIDADES

a) Sistemas de Coloides.— Se dá este nombre, al sistema de dos fases que tiene una de ellas dispersada en la otra, en forma de partículas finamente divididas con tamaño menor a 50 micras.

Por la definición anterior, nos damos cuenta de la íntima relación que existe entre los coloides y los aerosoles. Más adelan-

te, se verá que el concepto Aerosol es una derivación del concepto Coloide.

Dentro del sistema, la fase dispersada se conoce como fase dispersa y la fase en la cual se distribuye, se conoce como medio de dispersión.

Dependiendo del estado físico de las dos fases, será el tipo de sistema disperso que tengamos: así, fase líquida en fase gaseosa, la nube; fase gaseosa en fase líquida, la espuma; fase gaseosa en fase sólida, piedra pómez; fase líquida en fase sólida, el apolo; fase sólida en fase sólida, el vidrio rubí; etc...

Tamaño de las partículas coloidales.- Existen unos sistemas dispersos que también entran dentro de la definición dada para coloides, por ejemplo : las emulsiones (fase líquida en fase líquida) y las suspensiones (fase sólida en fase líquida). También existe un sistema de fase sólida en fase líquida conocido como solución verdadera. En los dos primeros sistemas, las partículas de la fase dispersa son demasiado grandes y en el último son demasiado pequeñas. Entre los dos extremos, están las dispersiones coloidales, en las cuales, las partículas de la fase dispersa son más grandes que la mayoría de las moléculas, pero no son lo bastante grandes para ser visibles en un microscopio.

Sin poder marcar un rango de medida específico, se dice que la medida máxima para las partículas en estado coloidal pueden considerarse de aproximadamente 0.2 micras y la mínima entre 3 y 5 milimicras. Sin embargo, más que la medida de las partículas, a los coloides se les conocen propiedades específicas que los sitúan en un grupo aparte de las soluciones verdaderas, emulsiones y suspensiones.

Entre las propiedades que presentan, la más frecuente es la difracción de la luz, la cual se presenta cuando por ejemplo, un haz de luz solar atraviesa aire cargado de polvo. A esta propiedad hay que añadir, que las partículas de un sistema coloidal no sedi

mentan fácilmente y además se ha comprobado que tienden a pasar a través del papel filtro ordinario.

Diferentes Estados de Agregación en un Sistema Coloidal. -- Cuando una solución coloidal, tiene un medio líquido como fase de dispersión, pudiendo ser la fase dispersa, sólida o líquida, se le conoce como Sol; de los cuales existen : Soles Liófilos y Soles Liófilos, según repelan o atraigan la fase líquida. Cuando la fase líquida es agua, se usan los términos hidrófobo e hidrófilo.

Cuando se enfrían algunos soles liófilos como la gelatina, la pectina o el agar en agua, o cuando se agregan electrolitos en condiciones adecuadas a ciertos soles liófilos como óxido férrico hidratado, se presenta el fenómeno de gelación, en el que todo el sistema se cuaja formando una jalea aparentemente homogénea y este sistema coloidal, recibe el nombre de Gel.

Existen sistemas coloidales en que partículas líquidas, se encuentran dispersas en una fase líquida, dando lugar a las Emulsiones; también se pueden mencionar a las Espumas, en las cuales, partículas de un gas están dispersas en un líquido.

Cuando un sistema coloidal está constituido de un gas como fase de dispersión, independientemente que la fase dispersa sean partículas sólidas o líquidas, recibe el nombre de Aerosol.

b) Clasificación de Aerosoles. -- ¿Cuántas clases de aerosol conocemos? Existen varias respuestas, dependiendo en que nos vamos a basar para hacer una clasificación.

Una primera clasificación, establece 3 categorías, basándose en el tipo de aspersión que se produce al accionar la válvula: entendiéndose por aspersión, a la descarga dispersa de un aerosol en forma de pequeñas gotitas o partículas. La descarga en espuma se entiende diferente de una aspersión.

Categoría 1. -- Aspersiones para el espacio, que son aspersiones en las que, el tamaño de la partícula de la sustancia disper-

sa, es menor de 50 micras.

Categoría 2.- Recubridores de superficie, que son aspersio--nes más "gruesas" y que "mojan más" y tienen por objeto depositar una capa continua más fina.

Categoría 3.- Productos espumosos, que son fórmulas de aerosol que contienen una solución o emulsión, que se administra en - forma esponjosa sumamente dilatada por un propulsor.

Para un mejor entendimiento de lo que es una aspersión y una espuma, diremos que en las aspersiones, partículas sólidas o lí--quidas se encuentran dispersas en un medio gaseoso: y en las espu--mas, la fase gaseosa se encuentra dispersa en medio líquido o sólido.

Tomando en cuenta el estado físico de la materia en el aerosol, tenemos aerosoles con sistemas de dos fases y con sistemas - de tres fases :

Sistemas de Dos Fases.- Muchos aerosoles destinados a asper--siones aéreas y a su aplicación sobre superficies, constan de dos fases; una sola fase líquida (o sólida en el caso de un aerosol - en polvo), y una fase gaseosa.

La fase líquida podrá estar formada por el componente activo solo, por una mezcla de este con un propulsor líquido o por el -- componente activo y un propulsor disuelto. La formación de una as--persión fina o de una aspersión mojadora, depende de la cantidad de agente propulsor, de la presión de vapor, de la viscosidad to--tal y del mecanismo de la válvula.

Estos sistemas son conocidos también como Sistemas Homoge--neos en Aerosol, en los cuales, ambas fases se encuentran en equi--librio (Fig. 1-1). El propelente líquido pasa a gas, cuando el -- producto es descargado y esto produce el rocío.

Junto con el propelente y el ingrediente activo, está un ter--cer componente que normalmente se encuentra en la composición del aerosol, el solvente. La función principal del solvente, es lle--

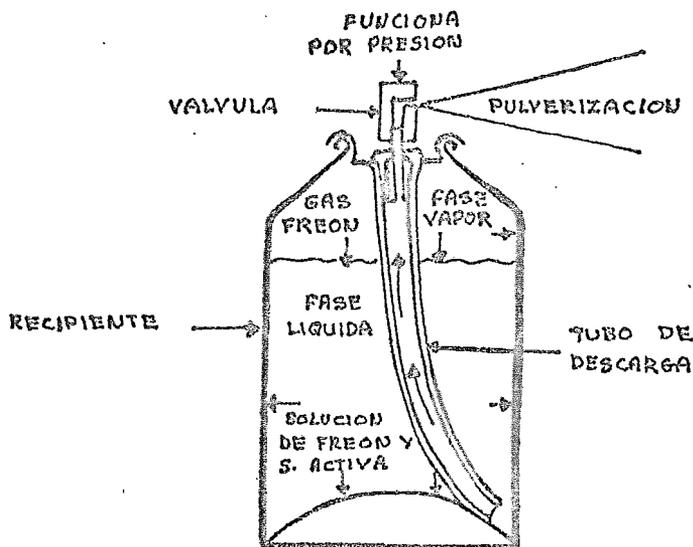


Fig. 1-1.- Sección transversal de un envase típico de aerosol con Sistema de dos Fases.

var al ingrediente activo dentro de la solución con el propelente, ya que en muchos casos, el o los ingredientes activos no son solubles en los propelentes por-sí solos. El alcohol Etílico es el solvente más común.

Estos tres componentes, se distribuyen en el envase formando un espacio pequeño de vapor y un volumen grande de propulsor líquido, ingredientes activos y vehículos disolventes. Al accionar la válvula, la gran expansión del agente propulsor, efectúa una dispersión del torrente líquido en partículas extremadamente pequeñas. Dependiendo del tamaño de estas, dan como resultado : las aspersiones aéreas, (ejemplo : inhalaciones medicinales, insecticidas, aromatizantes, etc...) o las aspersiones superficiales mojadoras (ejemplo : colonias, pulverizaciones para el cabello, pinturas, etc...).

De los anteriores ejemplos, el rocío para cabello es el típico aerosol formulado como sistema homogéneo y por consiguiente es el escogido para anotar su fórmula general :

Resina para rocío de cabello	0.7-3.0 % en peso
Plastificantes, Emolientes, etc.	0.2-0.6
Alc6hol Etilico	35 - 50
Perfume	0.02-0.5
Propelente	45 - 60

Esta proporci6n de propelente, produce un rocío medianamente fino, trabajando con mezcla de propelente 11 y 12 en las siguientes cantidades, que son las m6s comunes :

- 1.- P-12 / P-11 (35 / 65 a 50 / 50)
- 2.- P-12 / P-11 / ISOBUTANO (45 / 45 / 10)

En los casos en que la fase líquida (o s6lida), consta de un solo producto, el espacio que queda libre en la parte superior -- del envase, se puede llenar con un gas comprimido que presione al producto para que ascienda por el tubo de inmersi6n y salga al exterior cuando la v6lvula se abra. El propelente en este caso, carece de efecto dispersor sobre las partículaas del producto que salen en un chorro delgado a presi6n por la v6lvula; sin embargo, -- se han dise1ado v6lvulas que pueden cambiar el chorro en un rocío fino, mediante una acci6n dispersora.

Los aerosoles en polvo, se clasifican a veces como tipo separado de aerosol, pero pueden incluirse en los sistemas de dos fases.

Un polvo en aerosol, consiste esencialmente de un s6lido finamente dividido, suspendido en un gas licuado como propelente. -- Cuando el producto es rociado mediante una v6lvula especial, se efectúa una dispersi6n muy fina del polvo, que al evaporarse el -- propelente casi inmediatamente, ocasiona una distribuci6n muy eficaz sobre el objeto que ha de cubrirse. Otros materiales, tales -- como agentes suspensores y perfumes, pueden estar presentes, pero

el ingrediente activo es un sólido. (Fig. 1-2)

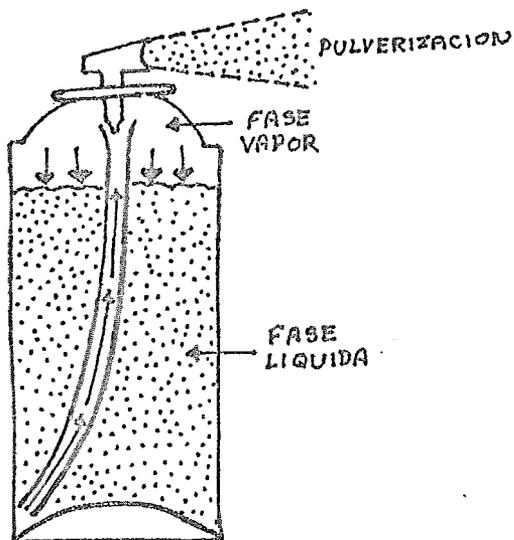


Fig. 1-2.- Solución de ingredientes activos sólidos y propelente líquido.

Los antiperspirantes del tipo seco, son ejemplos de rocíos - en polvo. Una fórmula típica es :

Clorhidróxido de Aluminio en polvo	3.5 %
Miristato de Isopropilo	5.0
Sílica coloidal	0.2
Perfume	0.3
Propelente	91.0

Las mezclas de propelentes comunmente usadas en estos productos son :

P-12 / P-11 (30 / 70) ó P-12 / P-114 (15 / 85)

El clorhidróxido de aluminio en polvo es suspendido en la solución del miristato de isopropilo con el propelente. El miristato de isopropilo ayuda al polvo a adherirse a la piel.

Sistemas de tres Fases..- Los sistemas de tres fases, podrán utilizarse para preparar aspersiones aéreas, superficiales mojadas y espumas. Un aerosol de tres fases (Fig. 1-3), tiene tres capas : en la parte superior se encuentra el vapor propulsor, a -

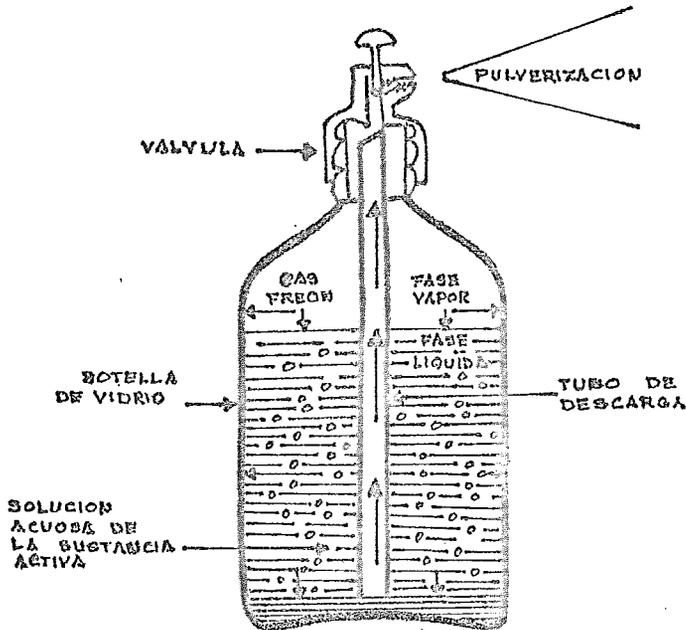


Fig. 1-3.- Sección transversal de un envase de vidrio con aerosol de tres fases.

continuación, una solución acuosa del ingrediente activo, y finalmente el propulsor licuado en el fondo. Si el peso específico del propulsor es mayor que el del producto, como es el caso de los hidrocarburos fluorados, el propulsor licuado se encuentra situado entre la capa de vapor y la solución acuosa. La aspersión se produce mediante la acción mecánica de un orificio extraordinariamente pequeño en la válvula a través del cual, el líquido sale fuerza

do por la presión de vapor del propulsor. La capa de vapor se renueva constantemente con los vapores que salen de la capa líquida intermedia.

Los aerosoles típicos de tres fases operan a  $1.055 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  man ( $15 \text{ lb} / \text{pulg}^2$  man) a  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ . Algunas veces se añaden trozos - de vidrio o de vasijas de barro poroso, con objeto de fomentar la vaporización del propulsor líquido.

Los productos que frecuentemente se clasifican como sistema aparte, y son típicos sistemas de tres fases, son los productos - espumosos, en los cuales, el propulsor líquido cuya cantidad no es mayor del 15 % en peso, se encuentra emulsionado con el producto, por lo siguiente :

Muchos ingredientes solubles en agua, deben ser aplicados en una base acuosa. Ya que el agua y los propelentes licuados, no -- son miscibles entre sí, estos productos son a menudo formulados - como sistemas de emulsiones aceite en agua con el propelente dispersado como gotitas líquidas a través de la fase acuosa.

Cuando estos sistemas de emulsiones son descargados, las gotitas se evaporan y forman burbujas, las cuales, son atrapadas en la solución acuosa y forman una espuma. Las espumas para afeitar en aerosol, son un ejemplo de este tipo de productos.

#### Fórmula General

##### Parte A

Acido Estearico	4.66 % en peso
Aceite de Coco	1.55
Monoestearato de Glicerina	5.18

##### Parte B

Glicerina	10.34
Trietanolamina 80 %	4.86
Agua Destilada	72.41

Perfume	1.00
---------	------

Calentar la parte A hasta la fusión de las grasas (a 60 °C). Calentar la parte B a la misma temperatura y agregarla sobre la parte A. Agitar continuamente hasta que se enfríe a 30 °C y perfumar.

Para el Llenado

Materia Activa	92.0 %
Propelentes	8.0

Normalmente se utilizan los agentes propulsores designados con las cifras 12 y 114 en la proporción de 40 : 60 % respectivamente, que trabajan a una presión de 2.812 Kg / cm<sup>2</sup> man (40 lb / pulg<sup>2</sup> man).

En la Fig. 1-4, se muestra un corte transversal en un envase típico de aerosoles para espuma; el uso del tubo de inmersión es optativo, si se omite, se invierte el envase durante su uso.

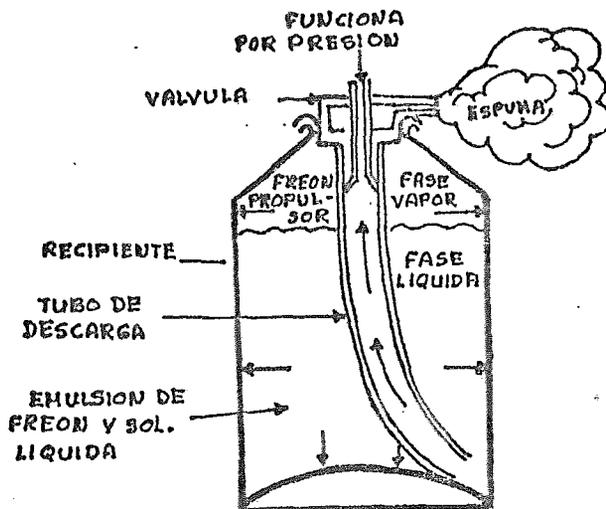


Fig. 1-4.- Sección transversal de un envase con aerosol para espuma.

Las espumas pueden también ser obtenidas por soluciones acuosas de alcohol. Las proporciones de alcohol, agua y propelente -- son tales, que las mezclas son miscibles. Sistemas no acuosos basados en Propilenglicol o un aceite mineral, pueden ser formulados como espumas.

Las ventajas de los productos espumosos son varias: fácil de usar, pudiéndose aplicar directamente en el área deseada; también aparte de ser atractivos en apariencia, la proporción del producto en el envase, es alta debido a que son fórmulas con bajas concentraciones de propelente.

La siguiente clasificación, está basada en el tipo de riesgo que se tiene al manipular los envases aerosol; esta, aunque es algo empírica, nos dá una idea de las precauciones que deben tener marcadas los diferentes envases aerosol. Esta clasificación consta de cinco tipos, subdivididos en tres grupos cada uno. Para cada tipo, el tercer grupo es en el que existen menos riesgos al manejarlos :

Tipo A.- Presión interna.

Grupo I.- Cuando la presión interior es superior a 11.2 Kg / cm<sup>2</sup> a 55 °C.

Grupo II.- Cuando la presión interior es superior a 8.4 Kg / cm<sup>2</sup> a 55 °C.

Grupo III.- Cuando la presión interior no sobrepasa 8.4 Kg / cm<sup>2</sup> a 55 °C.

Tipo B.- Gas inflamable.

Grupo I.- Cuando más del 10 % del peso del contenido, consiste en un gas inflamable.

Grupo II.- Cuando una proporción máxima del 10 % del peso -- del contenido, consiste en un gas inflamable.

Grupo III.- En la total ausencia de gas inflamable.

Tipo C.- Líquido inflamable : punto de inflamación inferior a 61 °C.

Grupo I.- Cuando más del 45 % del peso del contenido total, consiste en líquido inflamable. Este límite se rebaja al 35 % --- cuando está presente gas inflamable.

Grupo II.- Cuando del 10 al 45 % del peso del contenido total, consiste en líquido inflamable. El límite superior se rebaja al 35 % cuando hay gas inflamable.

Grupo III.- Cuando menos del 10 % del peso del contenido total, consiste en líquido inflamable.

Tipo D.- Tóxico.

Grupo I.- Cuando el concentrado líquido contiene más del 10 % de peso de sustancias tóxicas.

Grupo II.- Cuando el concentrado líquido contiene de 1 a 10 % de sustancias Tóxicas.

Grupo III.- Cuando el concentrado líquido contiene menos del 1 % de peso de sustancias tóxicas.

Tipo E.- Caústico.

Grupo I.- Cuando el concentrado líquido contiene más del 5 % de sustancias caústicas.

Grupo II.- Cuando el concentrado líquido contiene de 0.25 al 5 % de sustancias caústicas.

Grupo III.- Cuando el concentrado líquido contiene menos del 0.25 % de sustancias caústicas.

La importancia del riesgo decrece del tipo A al tipo E.

Podemos mencionar otros tipos de clasificaciones, por ejemplo : dependiendo del tipo de propelente que contengan, ya sea, - propelentes clorofluorados, propelentes hidrocarbonados; propelentes licuados en frío o a presión, propelentes comprimidos (gases) etc...; también podemos mencionar los tres tipos de llenado que se practican, pero como estas clasificaciones, las trataremos dentro del capítulo correspondiente, nos adentraremos por último a la clasificación más importante desde el punto de vista comercial: la clasificación que se basa en el uso para el cual están destina

dos los productos en aerosol.

Productos Industriales.- Lubricantes, liberadores de moho, - solventes, pinturas y barnices, antioxidantes, quita óxido, recubrimientos plásticos, adhesivos, refrigerantes, automotivos como descongelante de parabrisas, pulimentos, fluidos para arranque de motores, limpiadores de carburador, rocíos de silicón, etc...

Productos Domésticos.- Entre la gran variedad de productos - que podemos enumerar en este grupo, destacan : limpiadores (vi--- drio, hornos, alfombras, metales, etc...), ceras y pulimentos, pu limentos de calzado, curtientes de pieles, repelentes de agua pa- ra la ropa, desinfectantes, desodorantes ambientales, rocíos con- tra insectos, entre los cuales tenemos insecticidas aéreos, insec- ticidas residuales, insecticidas para el jardín, rocío contra po- lillas, fertilizantes para el jardín, etc... En este grupo sobre- salen por su importancia, los insecticidas y los desodorantes am- bientales.

Los insecticidas por definición, son sustancias que matan in- sectos. Pueden ser venenos de contacto, venenos estomacales y fu- migantes (sustancias tóxicas volátiles). Pueden aplicarse en for- ma de polvo, líquidos pulverizados, fumigantes y aerosoles princi- palmente.

En los aerosoles, la materia suspendida puede ser sólida o - líquida, y su forma de accionar es liberando el gas comprimido -- con el cual está mezclado el tóxico, quedando este en partículas muy pequeñas suspendidas en el espacio o sobre la superficie a la cual se aplica. La siguiente fórmula, es un ejemplo de una de las tantas que puede haber en el mercado :

Concentrado (Materia Activa)	
Extracto de Piretro decolorado al 25 %	1.5 %
Butilato de Piperonilo	3.5
Lindane	3.0
Keroseno inodoro	37.0

Cloruro de Metileno	54.5 %
Perfume	0.5
Llenado Vs. Insectos Voladores	
Materia Activa	20.0 %
Propelente	80.0
Llenado Vs. Insectos No Voladores	
Materia Activa	40.0 %
Propelente	60.0

El propelente, es una mezcla de los números 11 y 12 en una proporción de 50 : 50.

Desodorantes ambientales.- Una de las principales aspiraciones en la vida humana, siempre ha sido el logro de comodidad y bienestar. Con fantasía y siempre nuevos medios, el hombre ha intentado crearse un ambiente acogedor. Una contribución esencial a este ambiente, aumentando sutilmente la sensación de comodidad la prestan las fragancias.

Barritas fumigantes, placas aromáticas, velas perfumadas, flores, etc..., constituyen una pequeña selección de los medios de los distintos ciclos culturales y épocas, empleados para llenar un ambiente de fragancias agradables. Una selección más se presenta cuando aparecen en el mercado los aerosoles o rocíos "ambientadores".

El éxito de estos aerosoles, resulta de las propiedades siguientes :

Los rocíos ambientales, ejercen un efecto rápido y metódico sobre el ambiente. Son de aplicación sencilla y fácilmente pueden ser llevados de un lugar a otro. Crean un ambiente individual y variable de fragancias. Por último, los desodorantes ambientales en aerosol, al ser aplicados en forma razonable, son muy económicos y eficaces.

El elemento principal en el desodorante ambiental, es la perfumación, que puede estar acompañada de componentes eliminadores

de olores desagradables y de sustancias fijadoras de perfume.

Una de las fórmulas más sencillas para un desodorante ambiental es :

Ambientador en Aerosol

Esencia	2 %
Alcohol absoluto	18
Propelente. (11 / 12) /50 : 50/	80

Productos Alimenticios.- Crema batida, adornos para pastel - etc...

Productos Cosméticos y de Tocador.- En este grupo, se encuentran los productos que se puede decir, fueron la base para la industria del aerosol, como son los fijadores para cabello y los de sodorantes personales y antiperspirantes. También tenemos : cremas de afeitar, cremas para las manos, removedores de esmalte para las uñas, lociones para después de afeitar, colonias, perfumes, refrescantes de aliento, depiladores, bronceadores, preparados -- contra quemaduras de Sol, fungicidas, champús para cabello, etc...

En este grupo, aparecen los productos que generalmente ocupan el primer lugar de venta en el mercado mundial : los aerosoles corporales, en los cuales debemos dejar bien claro, la diferencia entre rocíos desodorantes y rocíos antiperspirantes (antitranspirantes).

Existen bacterias que causan la descomposición del sudor sobre la piel, formando así, composiciones químicas de olor desagradable. Hoy en día, un rocío corporal es el medio más eficaz y aceptado por el consumidor para eliminar la transpiración y evitar el mal olor corporal.

La acción de los aerosoles desodorantes, se basa en la inhibición del crecimiento de las bacterias de la piel, mediante sustancias bactericidas conocidas. La acción de los aerosoles antitranspirantes, se basa en las sustancias activas que contienen, - las cuales, regularizan la transpiración. En ambos casos, el per-

fume puede ocupar un factor primario en caso de ser rocíos perfumados con efectos desodorantes o antitranspirantes, o ser un factor secundario, si solo se añade para mayor atractividad del producto. Actualmente existen en el mercado, aerosoles con los dos efectos combinados aparte de estar perfumados.

Entre los bactericidas empleados en los desodorantes están : el Bromoclorofeno, los compuestos cloro-fenólicos, los compuestos de catión activo y también los halógenos de amonio cuaternario -- que además de su acción bactericida, ejercen una cierta actividad antisudoral.

#### Fórmula Desodorante Aerosol

##### Materia Activa

Bromoclorofeno	1.6 % en peso
Miristato de Isopropilo	16.00
Alcohol Etilico 96°	76.40 .
Perfume	6.00

Se disuelven el Bromoclorofeno y el Miristato de Isopropilo directamente en el alcohol, con una sencilla agitación, añadiendo por último el perfume.

Llenado para 60 c.c. eq. a 77 g.

Materia activa	9 g
Propelente 12 / 14 (40 : 60)	68

Entre las sustancias activas antitranspirantes, se emplean -- sobre todo el Hidroxicloruro de Aluminio, complejo de Aluminio -- Circonio 4 : 1, Hidroxi bromuro de Aluminio y combinaciones de Hidroxicloruro de Aluminio con cloruro: últimamente, se usa mucho -- el Isopropilato de Aluminio.

El producto cosmético antitranspirante en forma de aerosol -- puede ser formulado como rocío alcohólico o como suspensión. En -- general se prefiere el segundo tipo, ya que el rocío alcohólico, -- por la proporción tan elevada de Alcohol Etilico que contiene pue de causar irritaciones sobre la piel ya transpirando; además, la

mezcla de propelentes que usa, 12 / 114, sale más cara que la usada para los de tipo suspensión, 11 / 12.

Fórmula General para un rocío Antitranspirante

Tipo Suspensión

Sustancia activa antitranspirante, con un tamaño de partícula de aproximadamente 325 mallas	3-4 partes
Materias auxiliares de suspensión	3-0.4 "
Componentes grasos dispersivos	3-6 "
Perfume	aprox. 0.3-0.5 "
Propelente 11 / 12 (60 : 40 o 70 : 30 )	aprox. 90 "

Entre las materias auxiliares de suspensión más usadas se cuentan : Acido Silícico amorfo, Miristato de Magnesio y Acrowax C. Su acción en el sistema aerosol consiste en evitar la coagulación de la sustancia activa y mantener después de haberse agitado el bote, el mayor tiempo la suspensión. Aplicando la sustancia activa antitranspirante mediante atomización sobre una sustancia soporte como Dextrosa o Polivinilpirrolidona, se puede prescindir del empleo de las materias auxiliares de suspensión, eliminando así, el tener que agitar el envase antes de usarlo.

Productos Medicinales y Farmacéuticos.- Anestésicos locales, antisépticos, germicidas, desinfectantes, rocíos para los pies, compuestos para quemaduras, dermatológicos, películas de protección, inhalantes farmacéuticos, vendajes de emergencia, descongestionantes, repelentes de insectos, productos veterinarios, etc...

Antes de adentrarnos en los conceptos más interesantes de este grupo de aerosoles, vamos a tratar de dejar bien establecidos los términos aerosol medicinal y aerosol farmacéutico.

Aerosol Medicinal.- Producto en aerosol que se emplea para la administración de medicamentos en partículas sólidas muy pequeñas o en rocíos líquidos, que se destinan a una acción local en

las áreas nasales, laringe y pulmones o para efecto sistémico rápido (terapia por inhalación).

**Aerosol Farmacéutico.**- Se trata de un producto que contiene ingredientes de actividad terapéutica, disueltos, suspendidos o emulsificados en un propelente o en una mezcla de este y un solvente.

Aunque parezca que existe mucha similitud entre ambos y en la literatura no existen mayores datos para su separación, podemos hacerlo, si nos basamos en lo siguiente : el aerosol medicinal entra dentro del concepto comercial, es la forma que un producto es puesto a la venta (medicamento en aerosol); el aerosol farmacéutico queda como un sistema coloidal con propiedades terapéuticas (concepto científico); también podemos decir que los aerosoles medicinales son los productos que se aplican a través del Sistema Respiratorio y los aerosoles farmacéuticos son cualquier producto en aerosol que tiene ingredientes activos con propiedades terapéuticas, o sea que, basándonos en lo anterior, los aerosoles medicinales serían un grupo de los farmacéuticos. Para no tener problemas de terminología, en este trabajo, solamente nos referiremos a aerosoles farmacéuticos, sin importar su lugar de aplicación.

Ventajas de los Aerosoles Farmacéuticos.- Es un hecho comprobado, que el costo de un producto farmacéutico distribuido en forma de aerosol es algo mayor que el de las formas corrientes de dosificación. Por lo tanto, es lógico esperar que los aerosoles farmacéuticos ofrescan ventajas sobre las otras formas de dosificación para justificar el costo adicional.

Una de las ventajas principales de estos productos, es la facilidad de aplicación, que resulta rápida, cómoda, uniforme, sin desperdicios y que requiere muy poco contacto manual con el medicamento.

Las válvulas medidoras que llevan muchos de los envases pro-

porcionan seguridad y comodidad en la medición de las dosis. La cantidad de droga expelida, cada que se oprime la válvula, es siempre constante, cualquiera que sea el tiempo que se mantenga abierta la válvula. Esto es ventajoso, sobre todo cuando se trata de drogas muy activas.

Cuando se trata de aplicar productos en partes doloridas del cuerpo, el aerosol ofrece nuevas ventajas. Muchos antisépticos, medicamentos para quemaduras y productos similares, son dolorosos cuando se aplican con gasa u otro medio: el envase aerosol que aplica el medicamento por medio de una aspersión suave sin tocar la parte enferma, proporciona el tratamiento menos molesto del que hoy se pueda disponer. Permite también que se alcance la elegancia cosmética en las aplicaciones tópicas.

Puesto que el envase de los aerosoles es a prueba de fugas de gas, el aire no penetra en el producto, de esta forma se evitan la contaminación y la evaporación durante los períodos en que no se usa, de lo que resulta mayor estabilidad de los ingredientes; por ejemplo, las vitaminas tienen mayor estabilidad en ciertos sistemas de aerosoles. Por lo tanto, si el producto se envasa en condiciones estériles, tal condición se conserva mientras el producto dura. También las sustancias que son sensibles al agua, pueden conservarse en estado anhidro.

En los aerosoles, el tamaño de partícula que se obtiene es constante y más uniforme que cuando se trata por otros medios de terapia por inhalación. En este método, el agente medicamentoso se absorbe directamente en la corriente sanguínea a través de la membrana alveolar, por lo tanto, hay menos peligro que se descomponga ya que no pasa por el conducto gastro intestinal.

Cuando las drogas se administran en forma de aerosol, puede lograrse una elevada concentración de las mismas en un área limitada. Esto resulta especialmente evidente en el tratamiento de la tuberculosis pulmonar con Estreptomycin y otros medicamentos.

Principales Aplicaciones de los Aerosoles Farmacéuticos.- La mayoría de los aerosoles farmacéuticos lanzados al mercado, son para uso tópico, otros se usan en el tratamiento de afecciones -- del oído, nariz, garganta y cavidad bucal, recto, vagina, vía gástrica y en la terapia por inhalaciones.

Productos Dermatológicos.- Hay en el mercado varios aerosoles de Corticosteroides indicados como tratamiento anti-inflamatorio. Estos preparados han recibido una aceptación favorable por su aspecto parecido a un cosmético y el aumento de la acción anti-pruriginosa de los esteroides por el efecto refrescante del propulsor. En el mercado hay aerosoles para los pies, como antisépticos, desodorantes, polvos secantes, preparados refrescantes, astrigentes y fungicidas.

Hay aerosoles antisépticos que se presentan en forma de aerosol líquido y en polvo. El campo de los aerosoles anti-infecciosos está en auge. Aerosoles para el tratamiento de las lesiones cutáneas causadas por la hiedra venenosa, se venden en forma de loción. Otros ejemplos de preparados dermatológicos son : vitamínicos, anti-histamínicos, preparados de calamina asociada o no -- con Oxido de Zinc, productos de Azufre con Resorcinol o sin el, -- productos con Alquitrán, fungicidas, escabicidas, preparados para quemaduras, preparados anti-pruriginosos, protectores asépticos -- para heridas, limpiadores, emolientes y lubricantes. El uso del vendaje de aspersión de aerosol es también interesante.

Preparados para los oídos, nariz y garganta.- La Otorrinolaringología es un campo en donde los aerosoles farmacéuticos tienen grandes aplicaciones. Parece lógico que los medicamentos puedan penetrar el tracto nasal con mayor eficacia si se administran en forma de aerosol; esto, correlacionando la penetración con el tamaño de partícula.

Es un hecho bien conocido, que es difícil obtener concentraciones efectivas de sustancias medicinales sobre las mucosas que

cubren la garganta. La terapia con pastillas y gárgaras, deja mucho que desear, pues no se establece contacto suficiente entre el medicamento y la mucosa cuando se emplean estas formas de dosificación. Con aspersiones en este tratamiento, se logra una terapia local más efectiva. Los principales preparados son : antibacterianos, anestésicos, antibióticos y astringentes.

Se han hecho muy pocos trabajos para preparar aerosoles indicados en el tratamiento del oído; afecciones como la otitis media puede tratarse localmente con mayor éxito usando aerosoles.

Preparados Dentales.- Anestésicos locales, anodinos, emolientes, astringentes y antibacterianos, pueden administrarse con eficacia en forma de aerosoles. Existe mucho interés en los aerosoles para la profilaxis de la boca como purificadores del aliento, quita manchas y preparados para pulir los dientes, entre otros tipos de productos.

Preparados para uso Rectal y Vaginal.- Usando envases y válvulas de forma especial, es posible aplicar localmente los medicamentos en afecciones rectales y vaginales como son anestésicos, - preparados antipruriginosos, anti-infeccios y astringentes, desodorantes, etc... Una posible aplicación de los aerosoles rectales o vaginales, es la administración de medicamentos que han de ser absorbidos para una acción sistemática como por ejemplo : barbitúricos, hormonas y broncodilatadores. Como sabemos, estas vías se usan con drogas que no se absorben adecuadamente por vía gástrica o parenteral.

Preparados por ingestión.- Hay en el mercado aerosoles con vitaminas y aerosoles contra la tos. Estos productos tienen una consistencia parecida al jarabe y tienen Nitrógeno como agente -- propulsor. Se asegura que las vitaminas envasadas de esta manera tienen mayor estabilidad.

Terapia por Inhalación.- Esta terapia ha sido uno de los adelantos más notables del envase "aerolizado" en el terreno de los

productos farmacéuticos. Este tipo de terapia puede describirse -- como la aparición de compuestos medicinales en la forma de partículas sólidas muy molidas o en la de rocíos que se hacen penetrar en el Sistema Respiratorio a fin de obtener ciertos efectos locales o generales.

La inhalación de medicamentos en forma de aerosoles ha adquirido importancia en el tratamiento de asma bronquial, bronquitis crónica y en condiciones agudas y crónicas de las vías respiratorias; así como en la prevención y la retención del esputo en los pulmones que generalmente conducen a la pulmonía, especialmente -- en la edad senil.

Ya que la velocidad y cantidad con que el medicamento llega a la sangre, depende de la absorción a través de las membranas -- por las que debe pasar, en la terapia por inhalación, se acerca -- uno al tratamiento ideal, ya que hay una rápida aportación del medicamento a la sangre a través de la membrana alveolar. Con el -- uso apropiado de la terapia por inhalación, debe ser posible en -- muchos casos, reducir en forma significativa la dosis del medicamento que se emplea. De hecho, es posible que un medicamento que se administra por inhalación sea absorbido por el cuerpo tan rápidamente como una inyección.

Pulmones y Vías Respiratorias. -- El Sistema Respiratorio está formado por los pasajes nasales y la boca que se abren a la faringe, la laringe, la traquea, los bronquios y los pulmones. El aire que penetra en la nariz o la boca pasa a la faringe y de ahí -- a la laringe. De aquí, el aire pasa a la traquea que se divide para formar los bronquios superiores. Los pasajes más pequeños, llamados bronquiolos terminales, surgen de los bronquios y se subdividen en bronquiolos respiratorios que forman ductos alveolares.

Después de ramificarse, cada ducto alveolar termina en varios sacos alveolares. Los pulmones, con su superficie alveolar, ofrecen una excelente área de absorción para los medicamentos ga-

seosos, volátiles y microcristalinos; la absorción es rápida a través de los alveolos debido a la delgadez de su membrana.

El Aparato Respiratorio está formado con tejido mucoso, o células epiteliales ciliales. La palpitación rítmica de las barbillas en que terminan las células epiteliales causan un movimiento en el lienzo mucoso hacia la laringe. La velocidad de eliminación de partículas es una función de su tamaño y masa, así como del diámetro de los pasajes para el aire. El mecanismo de la remoción de partículas es tan eficiente, que la mayoría con tamaño mayor de 5 micras, no puede entrar a los pulmones. Existe un mínimo en el tamaño de partícula que pueden quedar cautivas en el saco alveolar sin ser expelidas por la respiración; este límite está fijado por debajo de 0.5 micras.

Por lo anterior, se nota que la efectividad de un medicamento en forma de aerosol, depende en alto grado del tamaño de la partícula; es decir, para poder aplicarse a los pulmones, deben ser suficientemente pequeñas para que las transporte la circulación de aire a través de las cavidades nasales, faringe, laringe y traquea y, sin embargo, suficientemente grandes para que se depositen en el tejido pulmonar.

Cualquiera que sea el medio de administración, la solubilidad de la droga en las secreciones naturales es una consideración de primera importancia. Al inhalarse, las partículas solubles entran en competencia con la velocidad con que el pulmón se desvora y la velocidad con que la solución penetra en los tejidos subyacentes. Las sustancias insolubles o que se disuelven con mucha lentitud, no pueden utilizarse en la terapia inhalatoria, pues se corre el peligro de que actúen como partículas extrañas y produzcan irritación. El pulmón se defiende de una partícula extraña por medio de la naturaleza tortuosa y tamaño decreciente de los canales por donde las partículas deben pasar. Si una partícula insoluble es inhalada, el pulmón la mueve hacia arriba mediante ac-

ción ciliar. Las sustancias grasas, como un aceite mineral, deben evitarse debido al peligro de una pulmonía lípida.

Medicación por Inhalación.- Se han utilizado los aerosoles - para administrar un número considerable de sustancias : antibióti-cos, sulfonamidas, espectorantes, enzimas, Hidróxido de Aluminio, hormonas, salicilatos, sulfonas, sueros, antitoxinas, antígenos, extractos de polen, anticoagulantes, Histamina, Filocarbina, Colina, antihistamínicos, vacunas, ACTH, Tuberculina BCG, vitaminas, corticosteroides, sales de Hierro, surfactantes, etc... Estos pro-ductos podrían clasificarse así :

1) Productos para acción local pulmonar, como los bronquiodi-latadores.

2) Agentes para disminuir la viscosidad del esputo, como los surfactantes, enzimas y mucolíticos.

3) Antibióticos para las infecciones respiratórias crónicas.

4) Corticosteroides para las enfermedades inflamatorias del Aparato Respiratorio incluyendo el asma bronquial crónica.

5) Productos de acción sistemática como los analgésicos, anti-nauseantes, antihistamínicos, drogas psiquiátricas.

6) Productos para diagnósticos.

Los productos para la acción local en los pulmones, son los más importantes en este tipo de medicación. Se han diseñado para licuar la mucosa tenaz y para evitar la retención del esputo en -- los pulmones, para tratar infecciones respiratorias o para ali---- viar el broncoespasmo. Las enfermedades más importantes en las ----- cuales se aplica esta terapia, son : asma bronquial, bronquitis ----- crónica y eficema, así como infecciones crónicas y agudas de las vías respiratorias.

En la presencia de condiciones bronquiostáticas como cuando se trata de asma bronquial y la bronquitis crónica, la inhalación de vasoconstrictores y bronquiodilatadores es aconsejable y no ----- con el objeto de llegar hasta la enorme superficie de los alveo----

los, sino por sus efectos locales en los delicados bronquiolos.

Un factor importante de la terapia por inhalación bronquio--- pulmonar, está representado por la humidificación y licuificación de las secreciones. A fin de conservar las membranas mucosas normales del Aparato Respiratorio en estado de salud, una humedad superior al 40 % es muy recomendada. La adición de un agente conductor, como el Glicol de Propileno en solución al 10 %, puede ayudar a llevar el medicamento en aerosol a las porciones de la periferia del árbol bronquial, impidiendo la evaporación de las partículas de agua suspendidas. La adición de Cloruro de Sodio puede ser útil en la licuefacción de cierto tipo de mucosidades.

Las drogas acrolizadas bronquiodilatadoras de mayor uso, son el Isoproterenol y Racemic-epinefrina, que ejercen una poderosa acción simpaticomimética al relajar los suaves músculos del árbol bronquial. El Isoproterenol es preferible, porque las soluciones de Epinefrina que se usan en inhalaciones son más ácidas que el primero y pueden causar irritación bronquial y efectos colaterales. El Isoproterenol se presta muy bien para el envasado en aerosol.

El broncoespasmo en la bronquitis es el resultado de la obstrucción de los pasajes bronquiales, debido a la combinación del edema y congestión de la mucosa bronquial, espasmos de los músculos de los bronquios y la adherencia del esputo pegajoso a las paredes bronquiales. Estos cambios son en gran extensión reversibles, pero a fin de lograr un alivio más efectivo en el broncoespasmo de la bronquitis, deberá emplearse una combinación aerosolizada de bronquiodilatadores y mucolíticos. Entre los agentes mucolíticos más prominentes está la N-acetil-cisteína. El medicamento se ofrece en soluciones al 10 y 20 % para usarse en aerosoles.

Se han estado usando como expectorantes, algunas sustancias enzimáticas en aerosol para disminuir la viscosidad de las secreciones mucopurulentas en las vías respiratorias, por ejemplo : la

Tripsina que digiere la sustancia proteínica en los exudados y la Desoxirribonucleasa que actúa al depolimerizar el DNA presente en el moco o mucosidad.

Se han administrado antibióticos con buen éxito en casos de infecciones respiratorias y en el tratamiento del asma complicado con alguna infección. Desafortunadamente, el peligro de las reacciones locales o generalizadas en los aerosoles de Penicilina limitan este método terapéutico.

Se han utilizado con buenos resultados : Estreptomocina, Terramicina, Aureomicina, Bacitracina, Penicilinas sintéticas y --- otros antibióticos en casos de tóserina, bronquiectasis, tubercu<sup>l</sup>osis y otras dolencias pulmonares. Se ha experimentado con sulfonamidas aunque causan mucha irritación y nunca deben administrarse sin la compañía o uso previo de un agente poderoso bronquodilatador.

Aún cuando los aerosoles constituyen la primera línea de defensa contra el asma, pueden inducir ataques en algunos pacientes que los utilizan en exceso. Se han presentado algunos casos de --- muertes repentinas en enfermos asmáticos que se relacionan con --- abuso de los aerosoles bronquodilatadores.

ASPECTOS FISICOQUIMICOS DEL AEROSOLA) CONCEPTOS FUNDAMENTALES

a) Clases de Materia.— Las varias clases de materia pueden separarse en dos grandes divisiones: 1) sustancias y 2) mezclas.

Bajo una serie de condiciones experimentales, una sustancia posee un conjunto de propiedades físicas y químicas que no dependen de su historia previa o del método de preparación de la misma. Por ejemplo, después de una purificación apropiada, el cloruro de Sodio tiene las mismas propiedades, ya sea que se haya obtenido — de una mina de sal o preparado en el laboratorio a partir de Hidróxido de Sodio y Acido Clorhídrico.

Por otro lado, las mezclas pueden variar mucho en su composición química (una propiedad en el sentido usado arriba): en consecuencia, sus propiedades físicas y químicas varían según la composición y pueden depender del método o manera de preparación. Los materiales de origen natural son en su gran mayoría, mezclas de sustancias. Por ejemplo, una solución de sal en agua, un puñado de tierra o una astilla de madera, son todas mezclas.

b) Clases de Sustancias.— Son de dos clases: las elementales o elementos y las compuestas o compuestos. Un elemento no se puede descomponer en sustancias más simples por métodos químicos ordinarios, pero sí un compuesto. Por ejemplo, el elemento Mercurio no puede sufrir ninguna descomposición química del tipo:



en la cual, la masa de X e Y, considerados individualmente, sea — más pequeña que la masa original del Mercurio. Para esta definición, la masa mínima se considerará a la masa del átomo de Hidrógeno. Por el contrario, el compuesto Metano puede descomponerse químicamente en sustancias más simples con masa individual menor:



c) Estados de Agregación de la Materia.— El estado de agrega---

ción particular de una sustancia, se determina por la temperatura y la presión a la que existe y pueden ser de tres tipos: Sólido, Líquido y Gaseoso. El sólido es un cuerpo que posee volumen y forma definidos; el líquido tiene volumen definido pero no tiene forma determinada; y el gaseoso no tiene ni forma ni volumen definidos.

#### B) IMPORTANCIA DE LOS ESTADOS GASEOSO Y LIQUIDO EN RELACION CON LOS SISTEMAS DE AEROSOL

Ya que los sistemas de Aerosol, son sistemas a presión que combinan una fase líquida con otra gaseosa, se discutirá en este punto, la importancia de los estados gaseoso y líquido, junto con el comportamiento de los diversos sistemas de aerosol según los definen las Leyes de Boyle, Charles y Dalton. Conociendo que un incremento en la temperatura aumentará la presión del sistema de aerosol, aplicaremos la Ley de los Gases Ideales a fin de determinar la relación entre el volumen, presión y temperatura del sistema que contenga Gases Comprimidos. En lo que se refiere a sistemas con Gases Licuados, emplearemos la Ecuación de Clausius-Clapeyron para relacionar la presión y la temperatura.

Enunciaremos lo referente a la Teoría Cinética de los Gases, como un método que describe la conducta de estos en base a procedimientos teóricos. En lo referente a los efectos que tendrían en la presión de vapor del sistema de Aerosol las mezclas de propulsores o de estos y solventes, consideraremos tanto la desviación positiva como negativa de la Ley de Raoult. Tomaremos en cuenta a la ley de Henry y al Parámetro de Bunsen para relacionarlos con la solubilidad de los gases en líquidos.

De los tres estados de agregación, solo el estado gaseoso permite una descripción cuantitativa relativamente sencilla. Esta se refiere a las relaciones entre propiedades tales como masa, presión, volumen y temperatura.

a) En 1662, Robert Boyle realizó las primeras medidas cuantitativas

tivos del comportamiento de los gases en relación con la presión y el volumen; el volumen de cualquier cantidad definida de gas a temperatura constante, variaba inversamente a la presión ejercida sobre él.

$$V = K_1 / P$$

donde V es el volumen, P la presión del gas y  $K_1$ , es un factor de proporcionalidad cuyo valor depende de la temperatura, el peso -- del gas, su naturaleza y las unidades en que se exprese a P y V -- (fig. 2-1)

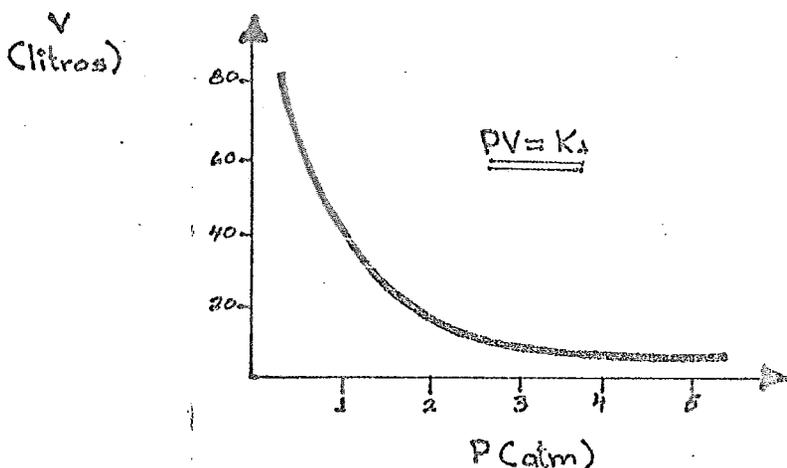


Fig. 2-1.- Volumen en función de la presión, Ley de Boyle.  
( $t = 25^{\circ}\text{C}$ )

b) Charles en 1787 observó distintos gases y vió que se expandían en igual proporción al calentarlos desde  $0^{\circ}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  manteniendo la presión constante. Estudios de Gay-Lussac en 1802, en los cuales encontró que todos los gases aumentaban igual volumen por cada grado de elevación de temperatura a presión constante, dieron como resultado la siguiente expresión: El volumen de una cantidad definida de gas a presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta ( $T = 273.15 + t$ ).

$$V = K_2 T$$

donde  $K_2$  es un factor de proporcionalidad determinado por la presión, la naturaleza del gas y las unidades de  $V$  (Fig. 2-2).

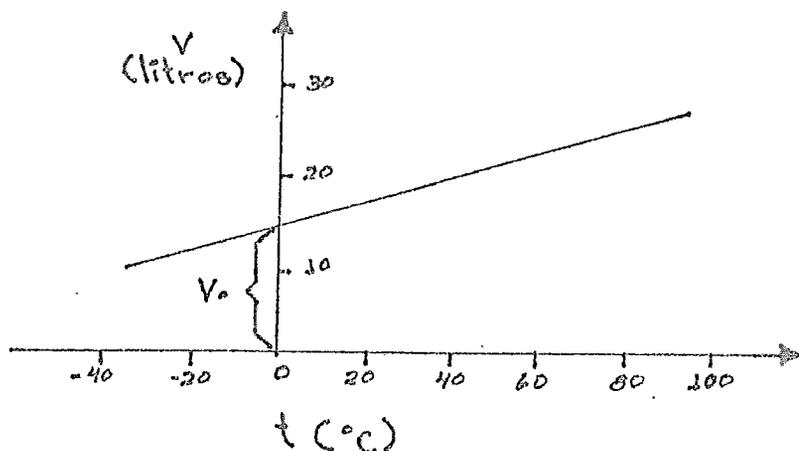


Fig. 2-2.- Volumen en función de la temperatura, Ley de Charles.  
( $P = 1 \text{ atm}$ )

c) Suponiendo una cantidad de gas a  $P_1$ ,  $V_1$ , y  $T_1$  y se quiere obtener  $V_2$  a  $P_2$  y  $T_2$ , primero consideremos la temperatura constante

$$V_x / V_1 = P_1 / P_2 \quad \text{donde} \quad V_x = V_1 P_1 / P_2 \quad \text{----- A}$$

si ahora el gas a  $V_x$ ,  $P_2$  y  $T_1$  es calentado a presión constante  $P_2$

$$V_2 / V_x = T_2 / T_1 \quad \text{donde} \quad V_2 = V_x T_2 / T_1 \quad \text{----- B}$$

sustituyendo el valor  $V_x$  de la Ec. A en  $V_x$  de la Ec. B:

$$V_2 = V_x T_2 / T_1 = P_1 V_1 T_2 / P_2 T_1 \quad \text{que resulta}$$

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2 = K \quad \text{----- C}$$

es decir, que la relación  $PV / T = \text{constante}$  y descartando los subíndices de la Ec. C, tenemos que  $PV = KT$ , que es la Ec. conocida como Ley Combinada de los Gases.

d) Sabiendo que  $K$  es totalmente independiente de la naturaleza del gas pero es directamente proporcional al número de moles del gas, tenemos que  $K = nR$ , donde  $n$  es el No. de moles del gas que -

ocupan un volumen  $V$  a una presión  $P$  y temperatura  $T$ ; mientras que  $R$  es la constante del gas por mol que es universal para todos los gases y tiene un valor de  $0.08205 \text{ l-atm / grado-mol}$  calculado en condiciones estandar. Sustituyendo el valor de  $K$  en la Ec. de la Ley Combinada de los Gases, tenemos:

$$PV = nRT \text{ ----- Ec. de los Gases Ideales.}$$

e) Cuando diferentes gases se introducen en el mismo recipiente, se interdifunden o mezclan rápidamente. La ley de Dalton de las presiones parciales, dice que a temperatura constante, la presión ejercida por una mezcla de gases en un volumen definido es igual a la suma de las presiones individuales que cada gas ejercería si ocupase solo el volumen total:

$$P \text{ total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

donde las presiones individuales se denominan Presiones Parciales de los gases respectivos.

Para conocer la presión parcial de cualquier gas en una mezcla, se debe multiplicar la fracción Molar de él por la presión total, siempre y cuando la Ley de los Gases Ideales se aplique a cada uno de los constituyentes de la mezcla.

f) Se dice que en una mezcla cualquiera de gases, el volumen total puede ser considerado como la suma de los volúmenes parciales de los constituyentes:

$$V \text{ total} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

Esta ley se conoce como la Ley de Amagat de los Volúmenes Parciales, en donde también si multiplicamos el volumen total por la fracción molar del constituyente, nos da su volumen parcial, el cual es el que ocuparía el constituyente si estuviese presente solo a una temperatura dada y a la presión total de la mezcla.

g) Teoría Cinética de los Gases.— Propuesta por Bernoulli en 1738, elaborada y ampliada por Clausius, Maxwell, Boltzmann, Van der Waals y Jeans. Esta teoría intenta aclarar el comportamiento de los gases por medios teóricos en función de un modelo postula-

do y ciertas suposiciones con respecto a su comportamiento.

Postulados Fundamentales:

1.- Se considera que los gases están compuestos de partículas -- discretas muy pequeñas denominadas moléculas. Para un gas cual--- quiera, se supone que todas las moléculas son de la misma masa y tamaño, pero estas difieren de una gas a otro.

2.- Las moléculas contenidas en un recipiente tienen un movimien--- to desordenado incesante durante el cual chocan entre sí y con --- las paredes del recipiente.

3.- El bombardeo de las p---redes del recipiente por parte de las moléculas, dá lugar al fenómeno llamado presión: es decir, una -- fuerza por unidad de área, promedio de las colisiones de las molé--- culas.

4.- Las colisiones de las moléculas son elásticas, es decir, en la medida en que la presión de un gas en el interior de un reci--- piente no varía en el tiempo en condiciones dadas de presión y -- temperatura, no se produce pérdida de energía por fricción.

5.- La temperatura absoluta es una cantidad proporcional al pro--- medio de la energía cinética de todas las moléculas de un sistema.

6.- A presiones relativamente bajas, las distancias promedio en--- tre las moléculas son grandes en comparación con los diámetros mo--- leculares, y por lo tanto, las fuerzas de atracción que dependen de la separación molecular, se pueden considerar despreciables.

7.- Finalmente, puesto que las moléculas son pequeñas en compara--- ción con sus distancias, su volumen se puede considerar desprecia--- ble en comparación con el volumen total del gas.

Los postulados 6 y 7, limitan el tratamiento teórico a los - gases ideales.

La concordancia entre las relaciones empíricas agrupadas en la expresión  $PV / T = nR$  y las deducciones de la teoría cinética de los gases, presta un crédito considerable a nuestra concepción de la naturaleza de los gases y su comportamiento. Pero ahora nos

preguntamos con que seguridad la expresión  $PV = nRT$  reproduce las relaciones  $P/V/T/$  reales de los gases.

Para verificar este punto, hacemos uso del hecho que a temperatura constante la Ley combinada de los gases se reduce a:  $PV = nRT = \text{constante}$ . De aquí deducimos que en tanto  $T$  no varíe, el producto  $PV$  para una cantidad de gas dada, debe permanecer igual a todas las presiones y la gráfica  $PV$  vs.  $P$  bajo aquella condición será una línea recta paralela al eje de las abscisas.

La Fig. 2-3, nos muestra una gráfica tal para distintos gases a  $0^\circ\text{C}$  e inmediatamente se observa que  $PV$  no es constante para la mayor parte del intervalo de presiones que se muestra. Se

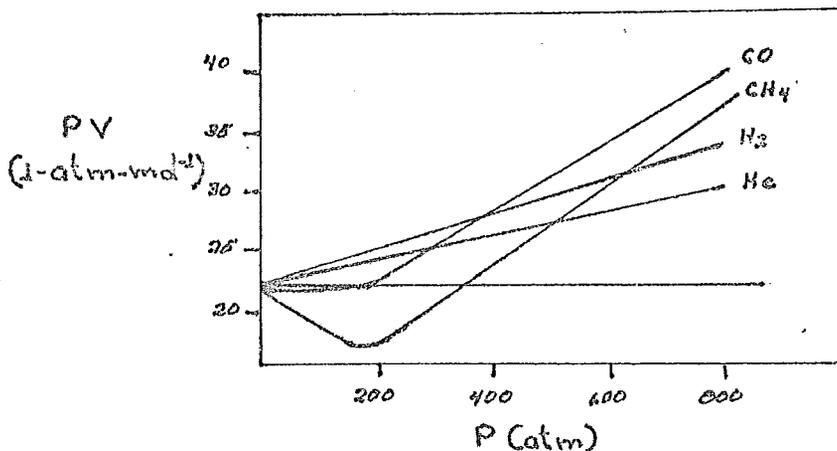


Fig. 2-3.- Gráfica  $PV$  y  $P$  para diversos gases a  $0^\circ\text{C}$ .

ven dos tipos de curvas, ambas empiezan en el valor  $PV$  exigido por la Ec.  $PV = nRT$  para la temperatura problema, pero el primer tipo dá un valor  $PV$  siempre mayor al que señala la teoría. En el segundo tipo, el valor  $PV$  primero decrece con la presión, llega a un valor mínimo característico de cada gas y temperatura, y luego asciende hasta valores apreciablemente mayores que los teóri-

cos.

Para explicar los dos tipos de curvas, las cuales son parte de un modelo único de comportamiento de los gases, emplearemos -- una cantidad denominada Factor de Compresibilidad ( $z$ ) y se define por :

$$z = PV / nRT$$

Para un gas ideal  $z = 1$  para todas las presiones y temperaturas. En el caso de los gases reales, el factor de compresibilidad suele variar con ambas variables y su desviación de la unidad es un índice de la separación del comportamiento ideal.

La Fig. 2-4,--nos muestra una gráfica de  $z$  y  $P$ , en el caso -- del Nitrógeno en diversas temperaturas. En ella se vé, que todas las isotermas principien en  $z = 1$  y  $P = 0$ , solo que, en la que  $z$

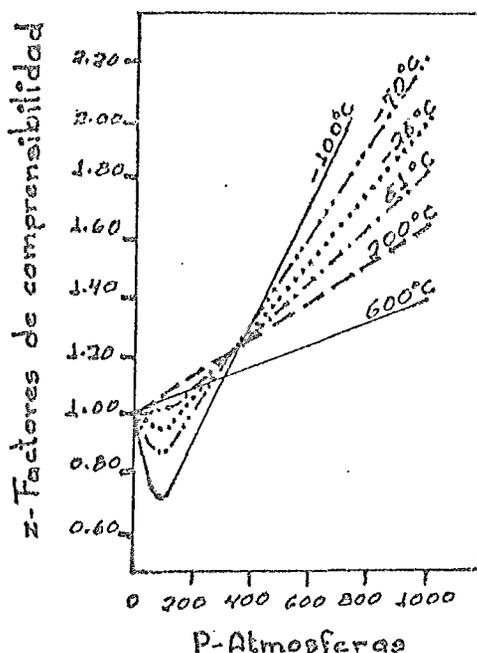


Fig. 2-4.-- Factores de Compresibilidad para el Nitrógeno.

responde a la temperatura de 51 °C,  $z$  permanece próxima a la unidad en el intervalo amplio de presiones de 0 a 100 atm, durante el cual, aquella variable cambia de 1.00 a 1.02. Por arriba de 100 atm,  $z$  incrementa su valor rápidamente que excede considerablemente la unidad. Esta temperatura para la cual un gas real se comporta en forma ideal en un intervalo amplio de presiones se denomina Temperatura o Punto de Boyle que es también una línea que divide a los tipos de isotermas exhibidas por el gas.

Las curvas de la Fig. 2-4 son típicas del comportamiento de todos los gases cuando tomamos intervalos amplios de la temperatura y presión. Por encima de la temperatura de Boyle existen desviaciones positivas de la idealidad únicamente, mientras que por debajo de este punto, al aumentar la presión, primero disminuye el valor  $z$  hasta un mínimo y luego aumenta por arriba de la unidad; por lo tanto, regresando a la Fig. 2-3, vemos que a 0 °C el  $H_2$  y el He se encuentran por encima del punto de Boyle, mientras que el CO y el  $CH_4$  aún no lo alcanzan. Después de lo anterior, se establece como conclusión que un gas es tanto más ideal cuando menor es la presión a que se encuentra sometido y se hace ideal cuando la presión tiende a 0; lo cual está confirmado por el hecho que conforme  $P$  tiende a 0, los factores de compresibilidad a cualquier temperatura tienden a la unidad.

Conociendo los factores, se emplean sin dificultad para conocer ya sea la presión o la temperatura dependiendo de las condiciones del sistema y del valor que debemos calcular:

$$V = znTR / P \text{ ó } P = znRT / V$$

h) Existe una ecuación que reproduce las relaciones P-V-T de una manera más satisfactoria tomando en cuenta la desviación de los gases reales de la Ley Ideal. Esta ecuación conocida como de Van der Waals, toma en cuenta tanto el volumen ocupado por las propias moléculas así como a las fuerzas atractivas existentes entre ellas.

## Literales:

$b$  = Volumen efectivo de las moléculas en un mol de gas.

$nb$  = Volumen efectivo de las moléculas en  $n$  moles de gas.

$V$  = Volumen total de  $n$  moles.

$(V - nb)$  = espacio libre disponible para la compresión.

$P_i$  = Presión ideal.

$P$  = presión observada.

$P'$  = Fuerza de atracción molecular que reduce  $P_i$ .

$$P = P_i - P' \quad P_i = P + P'$$

$$P_i V = nRT \quad \text{//// Ec. ideal}$$

$$(P + P')(V - nb) = nRT \quad \text{---- Ec. corregida}$$

Van der Waals estableció que:  $P' = n^2 a / V^2$

donde  $a$  = cte. (peculiar de cada gas) independiente de la presión y temperatura.

$$(P + n^2 a / V^2)(V - nb) = nRT \quad \text{Ec. de Van der Waals.}$$

El uso de la ecuación se ilustra enseguida: Se requiere calcular la presión a que se encuentran 2 moles de Amoniaco que ocupan un volumen de 5 litros a 27 °C. Para el Amoniaco:

$a = 4.17 \text{ atm-lt}^2 / \text{mol}^2$  y  $b = 0.0371 \text{ lt por mol}$

$$P = nRT / (V - nb) - n^2 a / V^2$$

$$P = 2(0.0821)300.2 / (5 - 0.0742) - (2)^2(4.17) / (5)^2$$

$$P = 9.33 \text{ atm.}$$

NOTA.-- Los valores para las constantes  $a$  y  $b$  se pueden encontrar en tablas.

Desde el punto de vista teórico, un líquido se considera como una continuación de la fase gaseosa en una región de volúmenes pequeños y atracciones moleculares muy grandes. Las fuerzas Cohesivas en un líquido deben ser más fuertes que las de un gas.

i) Presión de Vapor.-- Si se coloca cierta cantidad de un líquido puro en un recipiente evacuado, con un volumen mayor que el del líquido, una porción se evaporará hasta llenar con el vapor el volumen restante. Suponiendo que queda cierta cantidad de lí---

quido una vez establecido el equilibrio, la presión del vapor en el recipiente es solo una función de la temperatura del sistema. La presión desarrollada, es la presión de vapor del líquido, que es una propiedad característica del mismo y aumenta rápidamente con la temperatura. La temperatura a la cual la presión de vapor del líquido se hace igual a 1 atm, es la temperatura de ebullición normal del mismo.

A medida que aumenta la temperatura, la presión se incrementa y en todas las ocasiones existe un límite definido entre el líquido y la fase vapor; sin embargo, a cierta temperatura (específica para cada líquido) el límite se hace indefinido y desaparece. A esta temperatura, las propiedades del líquido y vapor se hacen idénticas. Un líquido en estas condiciones se encuentra en su punto crítico y sus valores de presión, temperatura y volumen molar, se denominan constantes críticas.

j) Licuefacción de los Gases.— Dependiendo de la naturaleza del gas, es el método particular usado. Así, las sustancias que son líquidas en o cerca de la temperatura ambiente y presión atmosférica, se condensan simplemente por enfriamiento. Otras sustancias que son líquidas a temperaturas más bajas, pueden condensarse también, sea por presión o por una combinación de enfriamiento y presión.

Con los gases permanentes como el Oxígeno, Nitrógeno, Helio, etc, la aplicación de presión no ocasiona licuefacción y es necesario para lograrla recurrir a procedimientos más complicados de enfriamiento, compresión y expansión antes de poder licuar dichos gases.

k) Variación de la Presión de Vapor con la Temperatura.— La presión de vapor de un líquido es constante a una temperatura dada, pero aumenta si lo hace la temperatura hasta el punto crítico del líquido. Por encima de este punto, no existe ya líquido. La Fig. 2-5, nos muestra la forma en que varía la presión de vapor con la

temperatura: Hay un ascenso lento a bajas temperaturas, y luego - uno muy rápido como se observa en el aumento de las pendientes de las curvas.

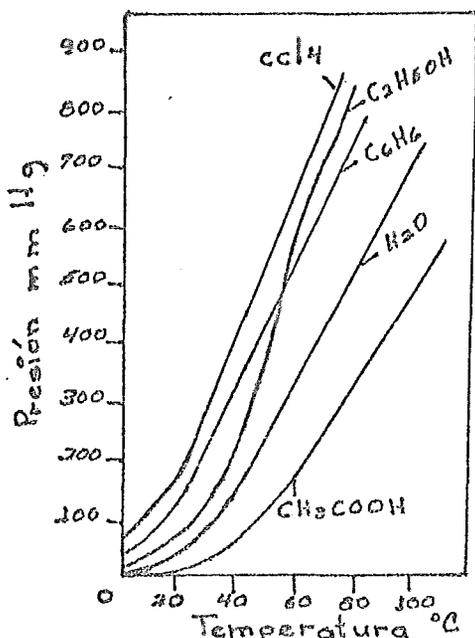


Fig. 2-5.- Variación de la presión de vapor con la temperatura.

Esta variación se expresa matemáticamente con la ecuación de Clausius-Clapeyron. Para la transición de líquidos a vapor,  $P$  es la presión a la temperatura  $T$ ,  $\Delta H = \Delta H_v$  el calor de vaporización de un peso dado de líquido, y  $V_1 = V_l$  el volumen del líquido, --- mientras que  $V_2 = V_g$  el volumen del mismo peso de vapor. En consecuencia, para la vaporización la ecuación de Clausius-Clapeyron - puede escribirse así:

$$dP / dT = \Delta H_v / T(V_g - V_l)$$

A temperatura no muy próxima a la crítica,  $V_l$  es muy pequeña com-



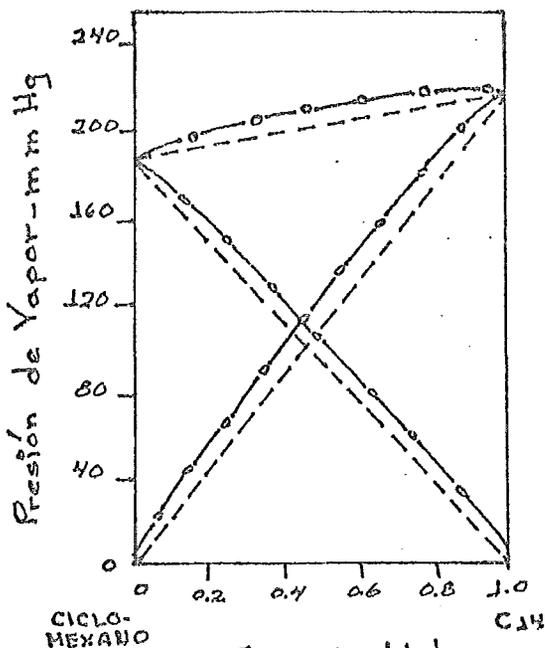
solución ideal las presiones totales quedan sobre una recta.

La mayoría de los sistemas de soluciones reales, se desvían de la Ley de Raoult en mayor o menor grado, dependiendo de la naturaleza de los líquidos y la temperatura, proporcionándonos tres tipos de sistemas:

Tipo 1.- Sistemas cuya presión total de vapor es intermedia entre aquellas de los componentes puros (Fig. 2-7).

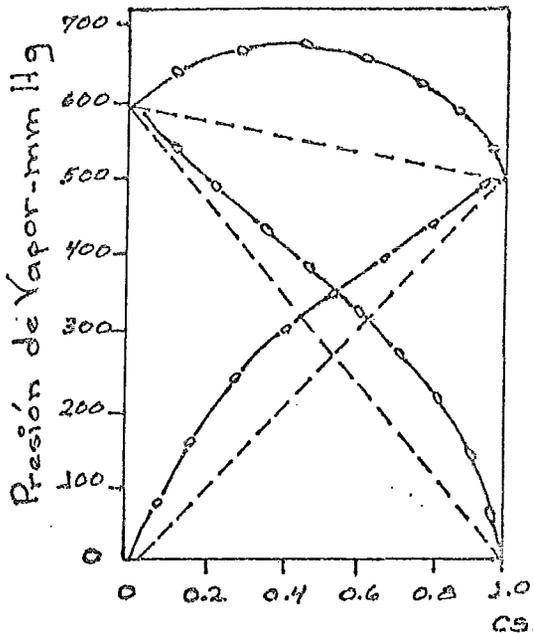
Tipo 2.- Sistemas que exhiben un máximo en la curva de presión total de vapor (Fig. 2-8).

Tipo 3.- Sistemas que exhiben un Mínimo en la curva de presión total de vapor (Fig. 2-9).



Fracción Molar

Fig. 2-7.- Presiones de Vapor  
Sistemas tipo 1.



Fracción Molar

Fig. 2-8.- Presiones de Vapor  
Sistemas tipo 2.

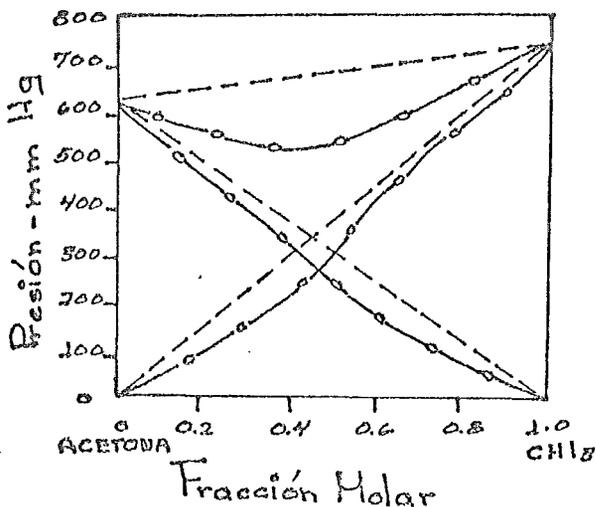


Fig. 2-9.- Presiones de Vapor Sistemas tipo 3.

C) DISPERSIONES.— Cuando se dispersan íntimamente varias sustancias que no reaccionan entre sí, se obtienen tres tipos de mezclas: 1) groseras como sal con azúcar; 2) coloidal en las cuales la dispersión no es homogénea; 3) solución verdadera la cual consiste en una fase homogénea.

a) Soluciones Verdaderas.— La sustancia que se disuelve es el soluto y la sustancia en la cual se lleva a cabo la solución es el solvente. La cantidad de una sustancia que se disuelve en otra depende de la naturaleza del soluto y del solvente, de la temperatura y la presión. Una solución que contiene a una temperatura dada tanto soluto como puede disolver, se dice que es saturada. La que tiene menor cantidad, se denomina no saturada y si contiene una mayor cantidad, se nombre sobresaturada.

Cuando entre dos sustancias no existen límites de saturación, se dice que son completamente miscibles entre sí; ahora bien, — sino se disuelven, se dice que son totalmente inmiscibles.

Tipos de Soluciones.— De un gas en otro gas, de un líquido — en un gas, de un sólido en un gas, de un gas en un sólido, de un líquido en un sólido, sólido en líquido, sólido en sólido, gas en

líquido, sólido en líquido y líquido en otro líquido.

La vaporización de un líquido se puede considerar como una solución de líquido en un gas. Este proceso comprende primero la conversión del líquido en vapor, y la solución siguiente del vapor en gas.

Todos los gases son miscibles en todas proporciones y dan soluciones cuyas propiedades son aditivas a presiones no muy grandes.

Los gases se disuelven en los líquidos. El grado de solubilidad depende de la naturaleza del gas y del solvente, de la presión y de la temperatura. El Nitrógeno y el Helio se disuelven en ligera proporción en el agua y en mayor proporción en el Alcohol Etilico; el Cloruro de Hidrógeno y el Amoníaco se comportan a la inversa. A temperatura constante, la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión del gas sobre el líquido. Lo anterior es el enunciado de la llamada Ley de Henry, la cual expresa con bastante exactitud la solubilidad de gases leve o parcialmente solubles, pero sin embargo, no se cumple en los gases muy solubles, como el Cloruro de Hidrógeno y el Amoníaco en el agua, ya sea porque reaccionan con el solvente o se ionizan en él.

Otra forma de expresar la Ley de Henry es: la presión parcial del gas es proporcional a su fracción molecular en la solución

$$P / N = K \text{ ----- donde } K'P = N$$

donde P = presión parcial del gas

N = fracción molecular del gas en solución

K' = factor de proporcionalidad o constante de la Ley de Henry y su magnitud depende de la naturaleza del gas y el solvente, temperatura y unidades en que se expresa P.

Tabla 2-1.- K' para la solubilidad de algunos gases en agua:

( en cantidades x  $10^6 \text{ atm}^{-1}$  )

GASES	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C
H <sub>2</sub>	1.72	1.46	1.31	1.31	1.33
N <sub>2</sub>	1.86	1.32	1.00	0.874	-----
O <sub>2</sub>	3.98	2.58	1.84	1.57	1.44
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	20.50	10.10	6.18	-----	-----

La solubilidad de los gases se expresa a menudo en función del coeficiente de absorción de Bunsen  $\alpha$  (alfa), que es el número de centímetros cúbicos de gas medidos a 0 °C y a 1 atm, disueltos por un centímetro cúbico de líquido, si la presión parcial del gas es 1 atm.

$$\alpha = (22.414)n \text{ donde } n = \text{moles de gas}$$

Relacionando  $\alpha$  y  $K'$  tenemos  $\alpha K = 22.414 d / M$

donde:  $K = \text{inversa de } K'$

$d = \text{densidad del solvente}$

$M = \text{peso molecular del solvente.}$

Descenso de la Presión de Vapor de un Solvente.— Un soluto disuelto hace descender la presión de vapor del líquido en que se encuentra. Si designamos por  $N_1$  a la fracción molar del solvente,  $N_2$  la del soluto,  $P^\circ$  la presión de vapor del solvente puro y  $P$  la del vapor del solvente sobre una solución dada; aplicando la Ley de Raoult tenemos:  $P = P^\circ N_1$

Como  $N_1$  es siempre menor de la unidad,  $P$  será menor que  $P^\circ$ . Si el soluto es no volátil, no contribuye a la presión total de vapor y por lo tanto la anterior ecuación nos da la presión total de vapor de la solución que será menor que  $P^\circ$ . La magnitud de este descenso,  $\Delta P$ , es:

$$\Delta P = P^\circ - P = P^\circ - P^\circ N_1$$

$$\Delta P = P^\circ (1 - N_1)$$

$$\Delta P = P^\circ N_2$$

De acuerdo con este resultado, la disminución de la presión de va

por del solvente depende tanto de la presión de vapor de este como de la fracción molar del soluto: es decir, es función de la naturaleza del solvente y de la concentración del soluto, pero no de la naturaleza de éste último:

b) Soluciones Coloidales.— Hemos dicho que una sustancia es coloidal cuando sus partículas caen dentro de ciertos límites de tamaño. Las partículas coloidales tienen un tamaño intermedio entre las moléculas, átomos e iones por una parte, y la materia en masa por la otra. El tamaño de la partícula no es el único criterio para definir el estado coloidal, también tiene otras características peculiares por las que puede reconocerse.

Cuando se mezclan dos sustancias, y esta mezcla es íntima, se obtiene lo que se llama Sistema de dos Componentes. Cuando un componente está distribuido más o menos uniformemente entre todo el segundo componente, recibe el nombre de Fase Dispersada o Fase Dispersa y el segundo componente es llamado Fase de Dispersión o Fase Continua. Cuando las partículas individuales de la fase dispersa caen en un tamaño de dimensiones coloidales, tenemos a las llamadas Dispersiones Coloidales, de las cuales hay varios tipos dependiendo del estado de agregación de los dos componentes. Entre las principales encontramos: Emulsiones (líquido en líquido), Suspensiones (sólido en líquido), Espumas (gas en líquido), y Aerosoles (sólido o líquido en gas).

Propiedades Físicas y Tamaño de la Partícula.— El notable cambio en las propiedades que ocurre cuando partículas relativamente grandes de materia se subdividen hasta llegar a un tamaño coloidal, se debe a la contribución mayor de propiedades de superficie en el comportamiento del material. Esta, a su vez, se debe a un aumento enorme en la superficie específica (relación entre el área y el volumen) que acompaña al proceso de subdivisión. Entre las propiedades afectadas por este aumento, están algunas que se consideran como fijas y constantes: solubilidad, aumento en la

presión de vapor, disminución del punto de fusión, etc.

El fenómeno conocido con el nombre de Adsorción es probablemente el resultado más importante de la extraordinaria superficie expuesta por la materia en estado coloidal. El proceso de adsorción comprende la concentración o acumulación de un gas, sólido o líquido en la superficie de un líquido o sólido con el que está en contacto. La adsorción es un fenómeno superficial y difiere de la absorción en que esta última es una penetración de una sustancia en otra, de tal forma que dá por resultado una mezcla interna molecular, por ejemplo una solución.

Una característica de la adsorción es su especificidad, dependiendo ésta de la naturaleza física y química del adsorbente y del adsorbato. Toda adsorción, se vé marcadamente afectada por cambios en la temperatura y presión. El proceso para separar una sustancia adsorbida se conoce con el nombre de desorción o elución; el líquido usado para este objetivo se llama Eluyente.

Fenómenos Superficiales.— Los sólidos, líquidos y soluciones, presentan muchas propiedades que son explicables solo en función de sus superficies que incluyen principalmente a la adsorción (ya mencionada) y a las Tensiones Superficiales e Interfaciales.

La región de contacto entre dos fases, se denomina Interfase. La química de las superficies investiga fundamentalmente las interfaces. Si una de las fases es un gas y la presión es tan pequeña que puede despreciarse el efecto de sus moléculas, el sistema se denomina Superficie. Las moléculas de la interfase difieren de las que se encuentran en la fase contigua porque están situadas en un campo molecular asimétrico.

Tensión Superficial de los Líquidos.— Dentro del cuerpo de un líquido, alrededor de una molécula actúan atracciones casi simétricas. En la superficie, sin embargo, dicha molécula se encuentra solo parcialmente rodeada por otras, y en consecuencia, experimenta una atracción hacia el cuerpo del líquido. La tensión Superficial, es el efecto responsable de la resistencia que un lí-

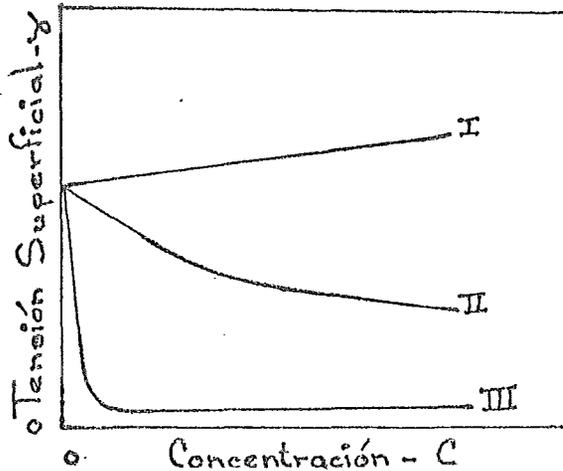
quido presenta a la penetración superficial debida a la atracción que sufren las moléculas superficiales hacia el interior del líquido; lo cual hace que este se comporte como si estuviera rodeado por una membrana invisible. Desde el punto de vista termodinámico, la tensión superficial es la tendencia de un líquido a disminuir su superficie hasta un punto en que su energía de superficie potencial es mínima, es decir, ofrece el mínimo de área superficial independientemente del tamaño de la superficie líquida. -- Puesto que una esfera presenta un área mínima para un volumen dado, la tendencia de una partícula líquida deberá ser la de adquirir la forma esférica bajo la acción de la tensión superficial, -- lo cual ocurre realmente. La tensión superficial es una propiedad característica de cada líquido y difiere considerablemente de -- unos a otros.

Tension Interfacial.-- Cuando dos líquidos, A y B son inmiscibles o parcialmente miscibles y se ponen en contacto, se encuentra que existe una tensión interfacial en el límite de las dos capas ( $\gamma_{AB}$ ). Su valor generalmente es intermedio entre las tensiones superficiales de los dos líquidos puros ( $\gamma_A$  y  $\gamma_B$ ), pero en ocasiones resulta inferior que la de ambos, como se vé en la tabla 2-2:

Tabla 2-2.-- Tensión Interfacial de líquidos a 20 °C (dinas cm<sup>-1</sup>)

A	B	$\gamma_A$	$\gamma_B$	$\gamma_{AB}$
Agua	Benceno	72.75	28.88	35.0
"	Tetracloruro de Carbono	"	26.80	45.0
"	n-Octano	"	21.80	50.8
"	n-Hexano	"	18.40	51.1
"	Mercurio	"	470.00	375.0
"	n Octil Alcohol	"	27.50	8.5
"	Eter Etilico	"	17.00	10.7

Tensión Superficial de las Soluciones.- El efecto de solutos disueltos en la tensión superficial del solvente, queda de manifiesto en los tres tipos de curva presentes en la Fig. 2-10.-



En las soluciones del tipo I, la adición de soluto conduce a un incremento de la tensión superficial, pero este aumento no es generalmente grande. Por otra parte, los no electrolitos o los electrolitos debiles en el agua se comportan según la curva II, la tensión superficial disminuye con cierta regularidad cuando aumenta la concentración del soluto. La curva tipo III, la presentan ciertas soluciones acuosas de jabón, ácidos sulfónicos y sulfonatos, así como otros tipos de compuestos orgánicos, los cuales disminuyen la tensión del agua a valores bajos.

Agentes de Superficie Activa.- Hay ciertas sustancias como las que presentan la curva III, que aún cuando están presentes en concentración muy baja, tienden a concentrarse en la interfase entre el disolvente y alguna otra fase, ocasionando una reducción en la tensión superficial o interfacial entre las dos fases. Las sustancias que tienen esta propiedad, se conocen con el nombre de

Agentes de Superficie Activa y su efecto se conoce como Actividad Superficial.

Los efectos prácticos de esta actividad pueden permitir que un líquido haga espuma fácilmente, o que moje la superficie de -- los cuerpos sólidos más completamente. La reducción de la tensión interfacial entre dos líquidos inmiscibles facilita su emulsiona- miento; entre sólido y un líquido, ayuda considerablemente a lo-- grar la suspensión.

En general, la mayoría de los agentes tensioactivos están -- compuestos de moléculas predominantemente no polares, pero que -- contienen cuando menos un grupo o sector molecular de polaridad -- relativamente elevada. Cuando se colocan en un disolvente polar, por ejemplo el agua, la parte polar de esta molécula tiende a di- solverse, mientras que el grupo no polar resiste la disolución: - las magnitudes relativas de la parte hidrófila o polar y la hidró- foba o no polar de una molécula de un agente tensioactivo tienen gran influencia en su modo de actuar en solución. Si alguna parte de las dos domina en la molécula, entonces el compuesto tiene poca tendencia a orientarse en la superficie o interfase y por lo - tanto tiene baja actividad superficial.

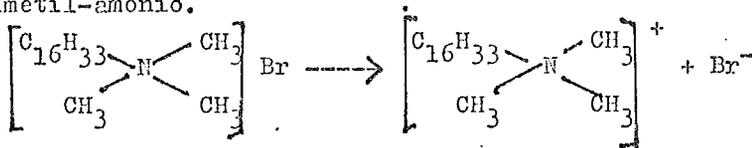
Los agentes tensioactivos se han clasificado basándose en su estructura química o en su uso:

Por su Estructura Química.--

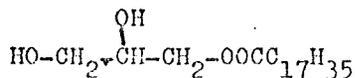
Agentes Aniónicos.- se ionizan en el agua y la parte activa de su molécula es el anión. Ejemplo: Estearato de Sodio.



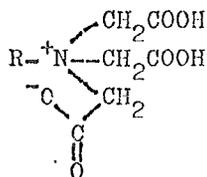
Agentes Catiónicos.- estos también se ionizan en el agua y - la parte activa de su molécula es el catión. Ejemplo: Bromuro de Cetil-trimetil-amonio.



Agentes no Iónicos.- estos no se ionizan y carecen de carga eléctrica, su actividad reside en la molécula entera. Ejemplo: Monoestearato de Glicerilo.



Agentes Anfotéricos.- contienen cuando menos un grupo hidrófilo catiónico y un grupo hidrófilo aniónico. Estos grupos pueden estar en mayor número (anfoteros desequilibrados) uno u otro o -- pueden estar en igual número (anfoteros equilibrados). Pueden tener carga positiva o negativa o ser esencialmente neutros, según sea el pH de la solución: en solución ácida presentan propiedades aniónicas, en solución alcalina presentan propiedades catiónicas, y en solución neutra poseen una singular combinación de los tres caracteres. Ejemplo: Acidos Alquil Amilicos superiores.



Basándose en su Uso.-

Las magnitudes relativas de las partes polar y no polar de la molécula de un agente tensioactivo influyen en forma considerable su uso. Un método que sirve para correlacionar los diversos grupos funcionales con el uso de la sustancia, fué reportado por Griffin con gran aceptación y se há designado con el nombre de Método EHL (Equilibrio hidrófilo-lipófilo) o Método HLB (Balance hidrófilo-lipófilo).

Este método está basado en un valor que se ha determinado según el carácter hidrófilico o lipofílico de los agentes, el cual fué calculado en un principio empíricamente y actualmente por medio de fórmulas:

Para ésteres de Acidos grasos de Alcoholes Polihídricos:

$$\text{HLB} = 20(1 - S / A)$$

donde: S = índice de Saponificación

A = índice de Acidez

Para sustancias con valores de saponificación no fáciles de obtener constantes:

$$HLB = (E + P) / 5$$

donde: E = % en peso de las cadenas oxietilénicas

P = % en peso de los grupos alcohólicos polihidroxilados

Para sustancias cuyo constituyente hidrofílico consiste en grupos oxietilénicos como los ésteres del Polietilen Glicol, o productos de condensación de los óxidos de Etileno y los alcoholes Grasos:

$$HLB = E / 5$$

donde: E = % en peso del Oxido de Etileno contenido en la molécula

Una fórmula más general para la obtención del HLB es:

$$HLB = 7 + (\text{No. Grupo hidrofílico}) - (m \times 0.475)$$

donde: m = número de átomos de carbono del grupo lipofílico  
No. Grupo hidrofílico se encuentra en tablas.

El valor del HLB de una mezcla de tensiactivos puede ser calculado sumando los valores individuales de sus componentes. Ejemplo: una mezcla que consiste del 60% de un agente con HLB de 20 y 40% de otro con valor de 8, tiene un valor total de:

$$(0.6 \times 20) + (0.4 \times 8) = 15.2$$

Cálculo aproximado de los intervalos de HLB por la Hidrosolubilidad:

1 - 3	No se dispersa en el agua
3 - 6	Mala dispersión
6 - 8	Dispersión lechosa después de una agitación vigorosa
8 - 10	Dispersión lechosa estable
10 - 13	Dispersión translúcida
Mayor de 13	Solución transparente

## Intervalos del HLB y sus Aplicaciones:

3 - 6	Emulsivos para agua en aceite
7 - 9	Humectantes
Menor de 8	Antiespumantes (1.5 - 3 principalmente)
8 - 18	Emulsivos para aceite en agua
13 - 15	Detergentes
15 - 18	Solubilizantes

Detergentes.- La mayoría de las sustancias tensoactivas se usan en la preparación de detergentes, los cuales pueden definirse como una sustancia que facilita la separación de materias extrañas de superficies sólidas cuando se emplea un disolvente (usualmente agua) en una operación de lavado.

Humectantes.- Es una sustancia tensoactiva que añadida al agua u otros líquidos, reduce el ángulo de contacto y facilita la mojadura de sólidos secos al sumergirlos en el líquido; en otras palabras, los humectantes facilitan el reemplazamiento de una interfase sólido-aire, por una interfase sólido-líquido.

Solubilizantes.- Algunos agentes tensoactivos pueden hacer hidrosolubles las sustancias inmiscibles total o parcialmente. Estos agentes se usan en Farmacia para lograr la hidrosolución de varios ingredientes insolubles de otra manera, por ejemplo: Vitaminas, Hormonas, etc.

Espumantes.- Son sustancias que agregadas al agua, favorecen la formación de espuma estable, ya que se encuentran en la interfase aire-agua y forman películas resistentes alrededor de las burbujas.

Antiespumantes.- Actúan desplazando totalmente la película superficial original y formando una nueva resistente a la formación de espumas. La mayoría de estos agentes son insolubles, por lo que contienen generalmente un disolvente o un emulsivo para asegurar la dispersión rápida en la masa de la solución espumante.

Emulsivos o Emulsionantes.- Sirven para formar emulsiones es

tables de aceite en agua o de agua en aceite por medio de dos acciones: dispersante y estabilizadora; normalmente no están unidas estas acciones en una sola sustancia.

Emulsiones.-- Una dispersión coloidal de un líquido en otro -- inmisible respecto del primero se denomina emulsión. Se dá el -- nombre de emulsión a un sistema heterogeneo que consta de gotitas de un líquido dispersas en otro líquido; al líquido "desintegra-- do" se le llama fase interna o dispersa y al líquido en cuyo seno se hallan esparcidas las gotitas del primero, se le denomina fase externa o medio dispersante.

Según sean las cantidades relativas de ambas fases, hay dos clases de emulsiones: 1) emulsiones de aceite en agua, en las que la fase dispersa es el aceite y el agua el medio dispersante y 2) emulsiones de agua en aceite, en las que se invierten las funciones de las dos sustancias. Para crear esta clasificación, se emplea el término aceite para designar cualquier líquido inmisible con respecto del agua y por regla general, la fase que está en -- exceso será la fase dispersante y la otra como fase interna o dispersa.

Pueden prepararse las emulsiones agitando vigorosamente una mezcla de los dos líquidos ó, preferentemente pasando la mezcla -- por un molino coloidal llamado homogeneizador. Tales emulsiones -- por sí solas no son estables, y se asientan al quedar en reposo -- debido a la coalescencia de los glóbulos de uno de los líquidos. Por consiguiente, para obtener una emulsión estable, es preciso -- usar una tercera sustancia llamada emulsivo o estabilizador, que de una manera u otra, impide la coalescencia de los glóbulos. Estas sustancias son comunmente Jabones de diversas clases, Sulfa-- tos y Acidos Sulfónicos de cadena larga o coloides liofílicos. Pa-- ra que un agente de esta índole sea útil, debe tener ciertas propiedades: reducir la tensión interfacial, estabilizar la emulsión y ser por sí propio estable, respecto de los diversos componentes

del sistema. Además no debe ser tóxico y si ha de ingerirse, no debe tener sabor desagradable.

Para poder aumentar la estabilidad de una emulsión, es esencial que la capa interfacial sea resistente y elástica. Esta acción se logrará con el uso simultaneo de dos emulsivos: uno en el que la parte hidrofílica predomine y por lo tanto se encuentre en mayor parte dentro de la fase acuosa y otro cuya parte lipofílica sea más fuerte y por lo tanto esté en mayor parte dentro de la fase oleosa.

CONSTITUYENTES DEL AEROSOLA) GAS PROPULSOR O PROPELENTE

a) Clasificación.— El sistema de propulsión es la fuerza o--cultada del producto en el envase de aerosol. Los agentes propulsores utilizados son de dos clases : gases licuados (hidrocarburos halogenados principalmente) y gases comprimidos (Nitrógeno).

× Gases Licuados.— Son los propulsores comunmente usados y tie--nen la ventaja de que con ellos, la presión dentro del envase, se determina principalmente por la presión de vapor del propelente y no por su cantidad; es decir, la presión del envase continúa cons--tante mientras quede aunque sea una pequeña cantidad del agente --propulsor. \

La energía disponible para efectuar el trabajo de aspersión, es una función de la relación de expansión. Esta relación se pue--de definir como la relación final del propulsor vaporizado a presi--ón atmosférica y el volumen inicial que ocupaba a presión en el envase antes de la aspersión.

Los gases licuados, proporcionan una presión interna casi -- constante durante las operaciones de envase y tienen una relación grande de expansión por gramo; por ejemplo el eter dimetílico, au--menta en volumen más de 350 veces al pasar de forma líquida bajo presión de vapor a un gas a presión atmosférica. Los gases compri--midos proporcionan una expansión de 3 a 10 volúmenes, según sea -- la solubilidad del gas en el medio líquido; puesto que todo lo -- que sucede es la expansión de un gas entre dos presiones y no un cambio de estado líquido a estado vapor, hay una baja apreciable en la presión en el envase durante la duración de servicio de es--te con gas comprimido. Por esta razón, los propulsores líquidos -- se prefieren sobre los propulsores comprimidos.

Propiedades que deben tener los Propulsores Líquidos.-

Punto de Ebullición y Presión de Vapor.- El propelente o la mezcla de propelentes, debe hervir por debajo de la temperatura ambiente, de tal manera que al licuarse, producirá suficiente presión en el envase al descargar el producto cuando la válvula es abierta.

Flamabilidad.- La no flamabilidad no es necesaria pero es deseable. Esto es esencialmente bueno para fabricantes o cargadores que manejen grandes cantidades de propelente.

Olor.- Muchos aerosoles están perfumados. Un buen propelente debe ser inodoro o tener un olor ligero que no interfiera con la fragancia del producto.

Pureza.- Los propelentes deben ser muy puros. La presencia de cantidades variables de impurezas en un propelente, podrían afectar la calidad del producto en aerosol y la corrosión del envase. Por ejemplo, la pureza de los propelentes fluorados, excede generalmente de 99.9 %.

Toxicidad.- La baja toxicidad es un requerimiento absoluto. Los productos en aerosol, tales como los rocíos para el cabello, son inadvertidamente inhalados durante su uso; otros son aplicados directamente a la piel.

Estabilidad.- Los propelentes deben tener un alto grado de estabilidad; de otra manera, pueden reaccionar con los otros componentes del producto.

Clasificación de gases licuados utilizados como Propulsores.

Halocarburos (clorados no fluorados); estos propulsores fueron de los primeros usados en los aerosoles, por ejemplo el Cloruro de Etilo y el Cloruro de Metileno, actualmente están casi por completo en desuso.

Clorohidrocarburos fluorados o Fluorocarbonos, conocidos comercialmente bajo los nombres de Freón principalmente.

Hidrocarburos no halogenados, como el Propano, Butano, etc...

y otras sustancias no halogenadas como el Eter Dimetílico, con un bajo punto de ebullición.

Los propelentes licuados son identificados facilmente, por un sistema numérico desarrollado por la Cia. Dupont. Un número colocado enseguida del término propelente o de la marca de este, nos ayuda a poder determinar la estructura química del compuesto. Este sistema, aunque normalmente se usa para los clorohidrocarburos fluorados o fluorocarbonos, también puede usarse para los hidrocarburos no halogenados.

Reglas del Sistema Numérico :

1.- El primer dígito a la derecha, es el número de átomos de Fluor en el compuesto.

2.- El segundo, es uno más que el número de átomos de Hidrógeno en el compuesto.

3.- El tercero es uno menos que el número de átomos de Carbono en el compuesto; cuando este dígito es cero, es omitido del número.

4.- El número de átomos de Cloro en el compuesto es encontrado por la resta de el número de átomos de Fluor más el de Hidrógeno del total de átomos que pueden ser conectados a los átomos de carbono.

5.- En el caso que existan isómeros, cada uno tiene el mismo número; el más simétrico tiene solo el número y entre más asimétricos, usaran aparte las letras a, b, c, etc...

6.- Para los derivados cíclicos, la letra C es usada antes del número de identificación.

7.- En caso que el compuesto sea insaturado, el número uno es usado como el cuarto dígito que indica una doble ligadura insaturada.

Aplicación de las primeras cuatro reglas para la derivación de la fórmula del propelente 12 :

1.- El primer dígito a la derecha es 2; por lo tanto, el com

puesto contiene 2 átomos de Fluor.

2.- El segundo es 1; el compuesto no tiene átomos de Hidrógeno, ya que 1 es uno más que cero.

3.- El tercero ha sido omitido y es cero, esto muestra que el compuesto contiene un átomo de Carbono.

4.- Ya que el compuesto contiene un átomo de Carbono, hay otros 4 átomos atacándolo; restándole la suma de átomos de Fluor e Hidrógeno, quedan 2 que son los átomos de Cloro que tiene el compuesto.

En suma, el propelente 12, contiene 1 átomo de Carbono, 2 de Fluor y 2 de Cloro, por lo que su fórmula química es  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ .

Propelentes de Fluorocarbono.- Estos propulsores son derivados fluorados y clorados de la serie alifática de cadena corta de compuestos orgánicos. La mayoría de estos son derivados del Metano o del Etano sustituidos.

Una gran variedad de estos compuestos, están disponibles (y como se verá más adelante, será de gran utilidad contar con ellos) sin embargo solo tres : el propelente 11, 12 y 114 son extensivamente usados en los aerosoles. Las propiedades físicas de algunos de estos compuestos, están enlistados en las tablas 3-1 y 3-2.

PROPELENTE	FÓRMULA	PESO MOLECULAR	PUNTO DE EBULL. (°C)	PRESION DE VAPOR (lb/in <sup>2</sup> )	
N°				A 21.1 °C	54.4 °C
22	$\text{CHClF}_2$	86.5	-40.7	121.4	296.8
115	$\text{CClF}_2\text{CF}_3$	154.5	-38.7	103.0	254.1
12	$\text{CCl}_2\text{F}_2$	120.9	-29.8	70.2	181.0
152a	$\text{CH}_3\text{CHF}_2$	66.1	-23.9	63.0	176.3
142b	$\text{CH}_3\text{CClF}_2$	100.5	- 9.8	29.1	97.3
C-318	$\text{C}_4\text{F}_8$ (cic)	200.0	- 6.1	25.4	92.0
114	$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	170.9	3.6	12.9	58.8
21	$\text{CHCl}_2\text{F}$	102.9	8.9	8.4	50.5
11	$\text{CCl}_3\text{F}$	137.4	23.8	*13.4	*24.3

TABLA 3-1.- Propiedades Físicas de Fluorocarbonos.

PROPELENTE No.	DENSIDAD LIQUIDA (g/cc)		LIMITES DE FLAMABILIDAD EN AIRE (% en vol.)		TRIESTON SUPER
	21.1 °C	54.4 °C	LE. INF.	LE. SUP.	A 26.6 °C
					(din/cm)
22	1.21	1.06	NO FLAMABLE		8
115	1.31	1.11	NO FLAMABLE		5
12	1.33	1.19	NO FLAMABLE		9
152a	0.91	0.81	3.7-5.1	17.1-18.0	-
142b	1.12	1.03	6.0-9.1	14.8-15.0	-
C-318	1.51	1.37	NO FLAMABLE		7
114	1.47	1.36	NO FLAMABLE		12
21	1.38	1.29	NO FLAMABLE		18
11	1.49	1.40	NO FLAMABLE		13

TABLA 3-2.- Propiedades Físicas de Fluorocarbonos. (cont.)

\* expresado en mm de Hg.

El rango de las presiones de vapor de estos compuestos está entre un valor menor al de la atmosférica a 121.4 lb/in<sup>2</sup> (8.54 Kg/cm<sup>2</sup>) medidas a 21 °C. Ya que los fluorocarbonos son miscibles entre sí, mezclas de propelentes con una presión de vapor deseada - en el rango disponible, pueden ser preparadas usando los propelentes adecuados en las proporciones adecuadas (Fig. 3-1).

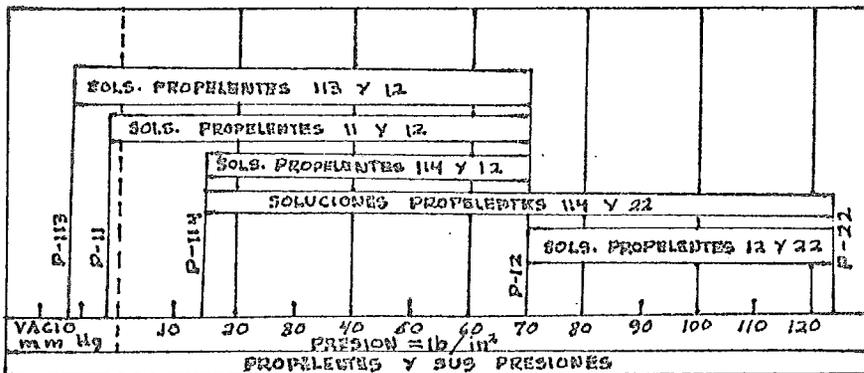


Fig. 3-1.- Intervalo de Presiones obtenibles a 21 °C.

Por lo tanto, la química del aerosol, no está limitada por las presiones de vapor de los propelentes individuales.

Los propelentes de Fluorocarbono, están presentes en los aerosoles como líquidos y por lo tanto, forman parte del sistema disolvente. La habilidad de un sistema disolvente de un aerosol para disolver los ingredientes activos, es efectuada por las propiedades como disolvente de los propelentes licuados. La solubilidad de los hidrocarburos fluorados en agua es muy pequeña, y la solubilidad del agua en los propelentes también es pequeña; esto hace que los fluorocarbonos sean malos disolventes para soluciones o emulsiones acuosas: frecuentemente, se usa un disolvente asociado casi siempre Etanol anhidro para ayudar a la solubilidad.

Dos propiedades físicas de los propelentes licuados : los valores Kauri-Butanol y los parámetros de Solubilidad, son bastante útiles al juzgar las propiedades de un disolvente.

El valor Kauri-Butanol (K-B) de un disolvente, es el número de mililitros requeridos para producir un grado específico de turbidez cuando se agregan a 20 g de una solución estandar de resina Kauri en Alcohol n-Butílico a 25 °C. Tolueno con un K-B de 105 es un estandar.

Los parámetros de Solubilidad, son usados para predecir si una mezcla de líquidos serán miscibles o si un sólido amorfo dado, se disolverá en un disolvente o una mezcla de ellos.

Los valores K-B y los parámetros de Solubilidad de los propelentes fluorados, se ven en la tabla 3-3, la cual muestra que el Propelente 11 es relativamente buen disolvente y el 12 y 114 son menos. En el campo del aerosol, los parámetros de Solubilidad nos dan una indicación de si el sistema disolvente afectará adversamente a la junta de la válvula del envase.

Al tomar en cuenta los parámetros con que se cuenta para elegir un propelente, se debe recordar, el caracter de una aspersión se vé grandemente influenciado por la concentración del propulsor

o por la presión de la fórmula del preparado o bien por esta última solamente. Por regla general, porcentajes más elevados de propulsor, producen una aspersión más fina y, por el contrario, los porcentajes más bajos de propulsor proporcionan una aspersión más húmeda. Las soluciones de propulsores que contienen mayores por-

PROPELENTE N°	VALOR K-B	PARAMETRO DE SOLUBILIDAD
21	102	8.0
11	60	7.5
22	25	6.5
142b	20	6.8
12	18	6.1
114	12	6.2
152a	11	7.0
C-318	10	5.6

TABLA 3-3.- Medición de la Solubilidad de los Propelentes.

centajes de materiales con punto de ebullición más alto, producen aspersiones más húmedas; y por el contrario, se obtienen aspersiones más secas. En relación con productos espumosos, propulsores con presiones más elevadas tienden a producir una espuma más reacia, y con presiones bajas, producen espumas más elásticas.

Estabilidad Hidrolítica.- Esta varía considerablemente, dependiendo del propelente: la relación de hidrólisis de algunos propelentes se vé en la tabla 3-4.

PROPELENTE N°	AGUA 1 % CARBONATO DE SODIO SOLA	AGUA CON 10 % HIDROXIDO DE SODIO A 60 °C	AGUA CON CINTA DE ACERO
11	0.005	0.12	19
12	0.005	0.04	0.8
21	0.01	330.0	5.2
22	0.01	220.0	0.14
114	0.005	0.01	1.4

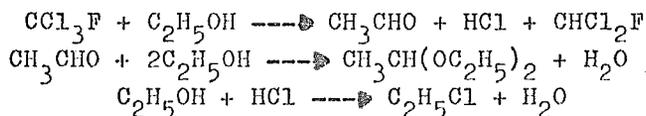
TABLA 3-4.- Relación de Hidrólisis de los Propelentes.

Las relaciones están expresadas en unidades de gramo de propelente hidrolizado por litro de agua por año. El agua fué mantenida en una condición saturada con propelente y guardada a presión ligeramente arriba de la atmosférica. La fase acuosa fué analizada periódicamente por la concentración del ión cloruro.

Todos los fluorocarbonos son equitativamente estables en agua sola; en presencia de metales o bajo condiciones alcalinas, algunos son inestables. El propelente 11, no puede ser envasado en recipientes de metal si forma parte de productos con base acuosa, porque se cataliza la hidrólisis por el metal. Los propelentes 21 y 22 son entre ambos equitativamente estables en sistemas ácidos o neutros, pero se descomponen rápidamente bajo condiciones alcalinas. Los propelentes 12 y 114 son suficientemente estables al ser usados para practicamente todos los aerosoles con base acuosa.

Estabilidad frente a Alcoholes.— Todos los propelentes excepto el N° 11, son estables en presencia de alcoholes.

A bajas concentraciones de Oxígeno, el cual puede actuar como radical libre catalítico o cuando otros radicales libres catalíticos están presentes tales como peróxidos, el propelente 11 reacciona como sigue :



La primera indicación que la reacción está ocurriendo, es un cambio en el olor del producto, este resultado, por la presencia de acetaldehido. La corrosión de la lata por el Cloruro de Hidrógeno puede ocurrir por último. Actualmente, la reacción puede ser parada con un radical libre inhibidor. Un grado especial de propelente 11 conteniendo un inhibidor, está comercialmente disponible.

Estabilidad Térmica.— Los propelentes fluorados son muy estables a temperaturas elevadas, como se muestra en la tabla 3-5. --

La estabilidad térmica de los propelentes, es un factor que puede ser desechado dependiendo de la aplicación del aerosol para la -- cual está destinado.

PROPELENTE	RELACION DE DESCOI.- POSICION A 204 °C EN ACERO (% POR AÑO)	TEMPERATURA PARA LAS 1 <sup>NS</sup> TRAZAS DE DESCOI.- POSICION EN CUARZO (°C)
No. 22	---	287.8
12	1	537.8
114	1	504.4
11	2	448.9

TABLA 3-5.- Estabilidad Térmica de Propelentes.

Sumario de Propiedades de los Propelentes 11, 12 y 114.-

Propelente 11 (Tricloromonofluorometano).- Las características de solubilidad son similares a las del propelente 12, pero es mejor disolvente. Tanto el propelente 11 como el 12, son derivados del Metano completamente halogenados y disuelven fácilmente -- los hidrocarburos y otros compuestos halogenados. Los materiales que contienen Oxígeno, se disuelven con menos facilidad. El propelente 11 se usa casi invariablemente en combinación con otros propulsores, sobre todo con el No.12. Su baja presión permite usarlo en envases de vidrio. Su olor estorba en cierta medida y esto ha limitado su empleo en la preparación de cosméticos perfumados. -- Puede usarse con Alcohol, siempre que el contenido de humedad no exceda del 1.5 %, pues de otra forma, puede formarse Acido Clorhídrico que ocasiona la corrosión de los envases.

Propelente 12 (Diclorodifluorometano).- Este es el Clorohidrocarburo fluorado que tiene más uso como propulsor. Es un propelente de alta presión y se usa frecuentemente en combinación con el No.11 y el 114. No es tan buen disolvente como el propulsor 11 pero no es tan probable que cause corrosión o estorbe con su olor.

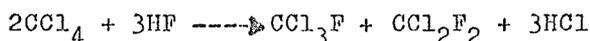
Propelente 114 (Diclorotetrafluoroetano).- Puede disponerse

de dos estereoisómeros de este compuesto, que difieren ligeramente en su punto de congelación. Este propulsor tiene el poder disolvente más bajo que cualquiera de los fluorocarbonos disponibles, pero tiene alto grado de estabilidad térmica y química. Su baja presión permite usarlo en envases de vidrio. Se usa frecuentemente como diluyente o disolvente del propelente 12.

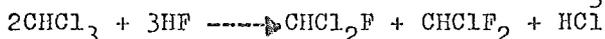
Fabricación de Fluorocarbonos.— Los procesos comerciales para la preparación de los fluorocarbonos, generalmente implica la sustitución o adición de Fluor a un hidrocarburo o hidrocarburo clorado adecuado. El Antimonio pentavalente es el catalizador. Esta reacción es conocida como Reacción de Swartz.

Los materiales de partida, tales como Cloroformo o Tetracloruro de Carbono y Fluoruro de Hidrógeno, son introducidos continuamente en un recipiente de reacción conteniendo Antimonio, el cual es mantenido en el estado pentavalente por la adición de Cloro.

El propelente 11 y el 12, son preparados a partir de  $\text{CCl}_4$  :

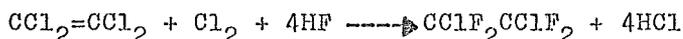


Los propelentes 21 y 22 son derivados del  $\text{CHCl}_3$  :



Varias proporciones de propelente 11 y 12 o propelente 21 y 22, pueden ser obtenidos variando las condiciones de reacción.

El propelente 114 es preparado con Percloroetileno y Cloro :



El mercado total para propelentes fluorados, fué estimado en 1972, en cerca de 434 millones de libras sin incluir los productos usados en refrigeración o como solventes (en los E.U.).

Propelentes a base de Hidrocarburos (no halogenados).— Rotheim sugirió al Isobutano como propelente para rocío de lacas desde 1933. Idding mencionó al Etano, Propano y Etileno como posible elección para propelentes para insecticidas en rocío y productos contra polillas, en 1937. Subsecuentemente, otros investigadores

evaluaron un número de gases licuados como propelentes, incluyendo n-Butano y Propano.

Los propelentes hidrocarburos más comunmente usados son : -- Propano, Isobutano, n-Butano y mezclas de estos mismos compuestos.

Estos gases, conocidos en el mercado de los energéticos como "gases de Petroleo licuado", son estables ya que se trata de compuestos alifáticos saturados y su presión de vapor se encuentra en el mismo rango que la de los fluorocarbonos.

Los hidrocarburos, generalmente, se extraen de pozos activos que producen aceite y gas. Dichos componentes se separan en el ca bezal o boca del pozo haciendolos pasar por un chorro humedo de gas natural a través de una unidad de condensación de alta presión, transfiriendose luego el condensado a una procesadora de ga solina natural que tiene la capacidad de fraccionar los componentes individuales.

En seguida se procede al acondicionamiento de los componentes puros en las instalaciones suplementarias, a fin de disminuir la impurezas a partes por millón, tales como compuestos sulfurosos, insaturados y humedad. El producto se transfiere por último a equipo de almacenaje y distribución especial a fin de evitar la recontaminación y conservar las características de alta pureza que poseen estos compuestos.

Las propiedades físicas de los hidrocarburos más usados como propelentes, se enlistan en la tabla 3-6. El rango de presión de vapor de estos compuestos, se encuentra entre 16.5 y 110 lb/in<sup>2</sup> -- (medidas a 21.1 °C); presiones de vapor requeridas entre este rango, se pueden obtener al mezclar adecuadamente estos propelentes. Los pesos moleculares de los hidrocarburos, son más bajos que los de los fluorocarbonos; los hidrocarburos entonces, producen un ma yor volumen de gas cuando se vaporizan, que el mismo peso de flu rocarbono. Lo anterior es una ventaja, porque el rocío característico de los aerosoles, es una función de la cantidad de gas resul

PROPELENTE	PROPANO	ISOBUTANO	n-BUTANO
FORMULA	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$ (iso)	$C_4H_{10}$ (n)
PESO MOLECULAR	44.1	58.1	58.1
PUNTO DE EBULLICION ( $^{\circ}C$ )	-42.1	-11.7	- 0.5
PRESION DE VAPOR A 21.1 $^{\circ}C$ (lb/in <sup>2</sup> )	110.3	30.1	16.9
DENSIDAD LIQUIDA A 21.1 $^{\circ}C$ (g/cc)	0.50	0.56	0.58
FLAMABILIDAD EN EL AIRE			
LIMITE MINIMO	2.2	1.8	1.9
LIMITE MAXIMO	9.5	8.4	8.5
PUNTO DE INFLAMACION ( $^{\circ}C$ )	-104.4	-82.7	-73.9
VALOR KAURI-BUTANOL	$\pm 25$	$\pm 25$	$\pm 25$

TABLA 3-6.- Propiedades Físicas de los Hidrocarburos.

tante cuando el propelente se vaporiza; entonces, menos peso de un hidrocarburo es requerido para obtener el mismo rocío característico que se obtiene al usar un peso determinado de fluorocarburo. El poder solvente de los hidrocarburos es relativamente bajo.

La mayor desventaja de los hidrocarburos, la cual limita su utilidad en ciertos productos en aerosol, es su flamabilidad. Este peligro es minimizado en productos tales como espumas de afeitar y desodorantes corporales, por la baja concentración del propelente y la presencia de agua. También, al usarlos en mezclas -- con fluorocarbonos no flamables, en donde la concentración del hidrocarburo es baja, por ejemplo en la mezcla designada como Propelente A, la cual contiene 45 % de propelente 11, 45 % del 12 y -- 10 % de Isobutano, la flamabilidad deja de ser un peligro ya que la mezcla resulta no flamable.

Con base en la preocupación por la controversia fluorocarburo/Ozono (a tratarse más adelante), los propelentes hidrocarburos están siendo objeto de interés en cuanto a su uso personal como constituyentes de aerosoles cosméticos y a modo de remplazo del propelente basado en fluorocarbonos.

El empleo de propelentes hidrocarburos, ha ido en aumento y así vemos que para mediados de 1960, año en el cual los hidrocarburos fueron aceptados definitivamente como métodos de presurización de productos en aerosol, el número de unidades de aerosol fabricadas que contenían hidrocarburos, representaban aproximadamente el 10 % del total puesto en el mercado (principalmente en el de E.U.). Para fines de 1974, se estimó que más del 55 % de todos los envases en aerosol producidos, se elaboraron totalmente o en parte con propelentes hidrocarburos.

En cuanto al reemplazo de fluorocarbonos por hidrocarburos, los fabricantes de estos últimos opinan que, los propelentes de hidrocarburos cuando se formulan adecuadamente, pueden emplearse en la mayor parte de los aerosoles pero que esto debe hacerse solamente con base en una evaluación apropiada de la formulación específica del producto. El cambio o conversión a hidrocarburos, no debe efectuarse de un modo irracional: de lo contrario, pueden suceder problemas graves no debidos en sí al propelente, sino a su uso imprevisto o incompletamente estudiado.

Gases Comprimidos.- Los gases comprimidos, se usan desde hace años como propelentes de aerosoles de la industria alimenticia, y no hace mucho que se empezaron a utilizar en la preparación de aerosoles farmacéuticos y cosméticos, aunque en mucho menor escala que los gases licuados.

Existen dos tipos de gases comprimidos: los que son solubles en el producto que ha de administrarse y los que no lo son. Ejemplos del primer tipo son el Dióxido de Carbono y el Oxido Nitroso; del segundo, el más común es el Nitrógeno. Si el producto es viscoso y se utiliza un propulsor soluble en él, el producto es espumoso cuando se expelle. Cuando se utiliza un gas no soluble, el producto se administra en forma no aerada.

Los gases comprimidos, son esencialmente inodoros, sin sabor, bajos en toxicidad y económicos. Sus propiedades físicas están en

listadas en la tabla 3-7. Sus presiones cambian relativamente poco con la temperatura en comparación a las de los gases licuados.

PROPELENTE	DIOXIDO DE	OXIDO	NITROGENO
	CARBONO	NITROSO	
FORMULA	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>
PESO MOLECULAR	44.0	44.0	28.0
PUNTO DE EBULLICION (°C)	-78.3	-88.3	-195.6
PRESION DE VAPOR A 21.1 °C(1b/in <sup>2</sup> )	837.0	720.0	477.0
FLAMABILIDAD	NO FLAM.	NO FLAM.	NO FLAM.

TABLA 3-7.- Propiedades Físicas de los Gases Comprimidos.

La diferencia en las propiedades de los gases comprimidos, - permiten elegir un gas de preferencia a otro. Por ejemplo : la so lubilidad o falta de solubilidad de los gases en ciertos produc-- tos (tabla 3-8), varía considerablemente y se debe tomar en cuen-- ta al seleccionar un gas para obtener un producto espumoso o cuan do se desea conservar el estado físico original del producto.

PROPELENTE	COCIFICIENTE DE BUNSEN
NITROGENO	0.0143
OXIDO NITROSO	0.5961
DIOXIDO DE CARBONO	0.7590

TABLA 3-8.- Solubilidad en agua de gases comprimidos a 25 °C y a 1 atmósfera de presión.

La mayor desventaja de los gases comprimidos, es que no hay reserva de propelente en el aerosol; como resultado, la presión - decrece tanto como el producto en aerosol sea usado y las caracte-- rísticas del rocío cambian. Otro problema es el mal uso del consu-- midor. Siempre que el envase sea accidentalmente invertido y la - válvula accionada, la fase vapor será descargada en vez de la fa-- se líquida; dado que la mayoría del propelente está concentrado - en la fase vapor, se pierde y el residuo de el producto no podrá ser descargado del envase. Este problema es mayor en los aeroso--

les que utilizan gases comprimidos no solubles que en aquellos -- que utilizan propelentes comprimidos solubles.

El Nitrógeno como propelente, tiene ciertas ventajas como -- el poder usar envases de aluminio sin ningún riesgo, ya que con -- este compuesto no es posible una oxidación y además el propulsor no se hidroliza, lo cual nos dá una mayor estabilidad de ciertas drogas. Los aerosoles con Nitrógeno como propelente, son facti---bles de ser esterilizados en autoclave.

Debido a los ataques de la prensa a los propelentes fluora--dos, se ha despertado el interés por los propelentes comprimidos solubles. La mayor ventaja en el uso del  $\text{CO}_2$  y el  $\text{N}_2\text{O}$  es su extre--ma economía.

En lo que se refiere a la contaminación ambiental, ambos ca--sos forman parte de la atmósfera natural. El  $\text{CO}_2$  representa un --porcentaje mucho más alto en la atmósfera que el  $\text{N}_2\text{O}$ , sin embargo la cantidad de este gas que se forma diariamente por la radiación espacial y que está en constante proceso de formación y degrada--ción en sus componentes básicos, alcanzaría para surtir a la in--dustria de aerosoles por muchos años.

Seguridad del producto y del envase.-- El  $\text{CO}_2$  puede reaccio--nar con agua para formar Acido Carbónico, sus características aci--dicas limitan su uso a productos con pH menor de 7 ya que con pro--ductos alcalinos tendería a la formación de sales; en presencia --de Oxígeno y humedad el  $\text{CO}_2$  actúa como elemento corrosivo lo cual exige que en los envases aerosol, sea removido el aire ya sea pur--gando con  $\text{CO}_2$  o haciendo el vacío después del engargolado.

El  $\text{N}_2\text{O}$  es completamente neutral, por esta razón puede ser u--tilizado en productos alcalinos donde falla el  $\text{CO}_2$ . Tiene sin em--bargo características de donador de Oxígeno que generalmente no --se manifiestan a presiones menores de  $142.11 \text{ lb/in}^2$  y  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ . No obstante, sus características oxidantes se manifiestan en el enva--se, una vez que la corrosión haya empezado por alguno de los o---

tros elementos dentro del envase. Como consecuencia de esta corrosión se forma Hidrógeno naciente que reacciona de inmediato con el  $N_2O$  liberando Nitrógeno: ya que el Nitrógeno es insoluble, la presión interna del envase sube hasta explotar. El uso del  $CO_2$  y del  $N_2O$  requiere de recubrimiento de los envases metálicos.

b) Toxicología de los Propelentes.— Los laboratorios Underwriters estudiaron la toxicidad por inhalación de un número de gases incluyendo a aquellos que se utilizan como propelentes de aerosoles, durante un período de aproximadamente diez años. Clasificaron a los compuestos en seis grupos (tabla 3-9). El grupo 1 contiene los más tóxicos como el Dióxido de Azufre. El grupo 6 con los de menor toxicidad incluye al propelente 12 y al propelente 114. El grupo 5a, enlista a compuestos solo ligeramente mas tóxicos que los del grupo 6 e incluye al Dióxido de Carbono, Oxido Nitroso y al propelente 11.

Los datos de la tabla 3-9, se aplican a exposiciones de altas concentraciones para un corto tiempo comparativamente. Sin embargo, el cuerpo puede resistir altas concentraciones de muchos gases por un corto tiempo, pero no por un período más largo. El umbral de los valores límites, ha sido establecido por la Conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales (E.U.) para exposiciones continuas durante 8 horas por día. El valor para el propelente 12, el 114 y el 11 es de 1000 ppm en el aire, lo cual ilustra el bajo orden de toxicidad de los fluorocarbonos.

TABLA 3-9. + Clasificación de Riesgos de Vida compartivos de Gases y vapores.

GRUPO	DEFINICION	EJEMPLO
1	Gases o vapor, los cuales en concentraciones del orden de 0.5 a 1 % con duración de exposición del orden de 5 minutos, son letales o producen serias lesiones.	$SO_2$
2	Gases o vapor, los cuales en concentraciones	$NH_4OH$

	del orden de 0.5 a 1 % con duración de exposición del orden de 1/2 hr, son letales o producen serias lesiones.	CH <sub>3</sub> Br
3	Gases o vapor, los cuales en concentraciones del orden de 2 a 2.5 % con duración de exposición del orden de 1 hr, son letales o producen serias lesiones.	CCl <sub>4</sub> CHCl <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>
4	Gases o vapor, los cuales en concentraciones del orden de 2 a 2.5 % con duración de exposición del orden de 2 hr, son letales o producen serias lesiones	DICLORO- ETILENO CH <sub>3</sub> Cl CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Br
Entre 4 y 5	Mucho menos tóxicos que los compuestos del grupo cuatro pero algo más tóxicos que los que componen el grupo cinco.	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl PROP-21 CLORURO DE METILENO
5a	Gases o vapor, mucho menos tóxicos que el grupo cuatro pero más tóxicos que el grupo seis.	PROP-11 PROP-22 CO <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O
5b	Gases o vapor, los cuales con los datos disponibles indican clasificarlos ya sea en el grupo cinco a o en el grupo seis.	ETANO PROPANO BUTANO
6	Gases o vapor, los cuales en concentraciones arriba del mínimo del 20 % por volumen para exposición con duración del orden de 2 hr, no parecen producir lesiones.	PROP-12 PROP-114

La cantidad de CO<sub>2</sub> utilizada en un aerosol, está por debajo del nivel que puede causar algún efecto al cuerpo humano. En términos absolutos, el CO<sub>2</sub> es más peligroso que el N<sub>2</sub>O; esto puede sonar extraño ya que el N<sub>2</sub>O es incluso un anestésico muy suave -- (gas hilarante), sin embargo, dosis que podrían llegar a ser fatales con CO<sub>2</sub>, causan únicamente un ligero mareo al hacer las pruebas con N<sub>2</sub>O.

c) Mezclas o Sistemas de Propelentes.- Anteriormente quedó establecido, que se podían mezclar diferentes propelentes para obtener sistemas con presiones adecuadas aprovechando además otras propiedades de ellos, como el poder disolvente de alguno de los componentes. Entre las mezclas más comunes se encuentra la formada por el propelente 11 mezclado con el propelente 12 (50 / 50) o la del propelente 12 mezclado con el propelente 114 (40 / 60).

Usando de un 25 a un 70 % en peso de cualquiera de estas mezclas, se pueden preparar pulverizaciones superficiales como son insecticidas, lacas para el cabello, bronceadores, etc...

Usando de un 10 a un 30 % en peso de cualquiera de estas mezclas, se pueden preparar descargas líquidas como son tónicos para el cabello, detergentes, pulidores, etc...

Usando un 90 % de la primera mezcla, se pueden preparar descargas en polvo como son antibióticos, antisépticos, etc...

Usando de un 6 a un 15 % de la segunda mezcla, se pueden preparar descargas en espuma como son champús, cremas de afeitar, antisolares, etc...

Enseguida, se podría enumerar una larga lista de mezclas, no solo de los propelentes fluorados sino también de los propelentes hidrocarburos (no halogenados) así como también de los gases comprimidos; sin embargo, solo nos referiremos ahora a las mezclas de propelentes que contienen compuestos de los diferentes grupos, por ser menos conocidas.

Entre las causas que contribuyeron al desarrollo de estos sistemas, están la escasez y aumento en los precios sobre todo de los fluorocarbonos, principalmente en los primeros años de la década de los 70.

Por este tiempo, se hizo necesario contar con medios más económicos con los cuales se pudiera alcanzar los mismos resultados finales en un producto en aerosol. Una forma de lograrlo, es usando gases comprimidos en los sistemas de solventes y gases licua--

dos aprovechando la propiedad de estos últimos de poder disolver sobre todo al Dióxido de Carbono y al Oxido Nitroso.

Los líquidos orgánicos disuelven una cantidad satisfactoria de gas comprimido; así, el Alcohol Etilico puede disolver 3.2 % en peso de  $\text{CO}_2$ , cantidad suficiente para que sea el único propelente en un producto para el cabello en la forma de rocío. Se obtienen mejores resultados al combinar fluorocarbonos con gases comprimidos. El propelente 12 puede retener hasta 3 % por volumen de  $\text{CO}_2$  y 5 % por volumen de  $\text{N}_2\text{O}$  a 21 °C bajo 6 atmósferas de presión. Bajo las mismas condiciones, la afinidad del propelente 11 por estos gases es mayor.

Una solución hecha con Dióxido de Carbono y propelente 11, puede servir para la producción de un rocío con partículas de tamaño que va de 75 a 90 micras, adecuado por ejemplo en rocíos de silicón. Cuando se trata de gases licuados de mayor presión, como lo es el propelente 12, el patrón de rocío puede modificarse mediante la cantidad de  $\text{CO}_2$  saturado con propelente 11 que se añade al sistema.

Una mezcla de propelentes conocida como propelente A, la cual contiene propelente 11 y 12 además de Isobutano, es usada en diversos productos cosméticos en un cierto porcentaje en peso de propelente; al sustituir esta mezcla por propelente 12 saturado con  $\text{CO}_2$ , solo se requiere de un 35 % de esta cantidad, lo cual reduce el costo del producto además de obtener los mismos resultados en el rocío.

El sistema de propulsión ideal, además de poder generar la suficiente presión para expulsar el producto, debe poseer densidades cercanas a la de su sistema solvente, si los dos no son mutuamente solubles. En lo que se refiere a Aerosoles que son sistemas que tienen al agua como base, por ejemplo : desodorantes e insecticidas, son emulsiones hechas con pequeñas cantidades de solventes, como Hexano o destilados de Petroleo con agua. Estos produc-

tos normalmente utilizan al Isobutano como propelente: este propulsor tiene una densidad mucho menor que la del agua (0.56) y esto hace que la separación en dos fases, agua y propelente, ocurra a los cuantos segundos. Usando mezclas de propelente 12 e Isobutano, en una proporción de 78 y 12 % respectivamente, se consigue igualar la densidad del agua a 21.1 °C. El inconveniente de usar esta mezcla, es la necesidad de envasar en recipientes de alta presión, lo cual reditúa en un aumento de costo en el envase. Sin embargo, usando una mezcla con menos de 67 % de propelente 12, se obtienen buenos resultados aunque la densidad resultante sea 0.92 g/cc. El costo del envase, no se vé afectado al emplear esta mezcla como propelente.

Pueden utilizarse otros hidrocarburos, tales como el Butano, para disminuir la presión, al igual que para mantener la densidad deseada. Ya que el Butano normal tiene una presión de vapor más baja que la del Isobutano, requiere de él menor cantidad para reducir la presión de vapor del propelente 12. Una mezcla compuesta por 80 % del propelente 12 y 20 % de Butano normal, puede utilizarse con un producto de base acuosa envasado en una lata de baja presión; esta mezcla nos dá una densidad de 1.05 g/cc a 21.1 °C.

d) Teoría de la Acción de los Fluorocarbonos en la Atmósfera. Fué en Junio de 1974 cuando los Doctores Rowland y Molina de la Universidad de California, propusieron la hipótesis que la capa de Ozono de la tierra, estaba siendo reducida por interacción con el Cloro derivado de ciertos fluorocarbonos, los cuales son empleados principalmente como propelentes y como refrigerantes.

Antes de entrar a los problemas específicos de la controversia desatada por esta hipótesis, definamos su campo de acción, la atmósfera.

Desde la superficie terrestre hasta una altura que oscila entre los 7 1/2 y 15 Km, nos encontramos con la Tropósfera. A medida que se asciende, la temperatura de esta capa desciende hasta -

llegar a la siguiente capa conocida como Tropopausa, donde la temperatura empieza a ascender a medida que se avanza en altitud. -- Después se continúa con la Estratósfera, la cual alcanza hasta 50 o 60 Km. En esta zona, las turbulencias y corrientes de aire resultan despreciables a diferencia de la primera capa donde causan mezclas rápidas de sus componentes.

Dentro de la Estratósfera y a una altura de más o menos 25 - Km, se encuentra la máxima concentración de Ozono en la atmósfera la cual tiene una distribución particular de él, en función de la altitud.

Después de la Estratósfera, se continúa con la Mesósfera separada de la anterior por la Estratopausa y finalmente nos encontramos con la Ionósfera, que viene a constituir el límite con el espacio exterior.

Aún en nuestro tiempo, la química atmosférica es un misterio y la mayoría de las hipótesis que tratan de los procesos que condujeron a la formación de la atmósfera distan mucho de tener una plena comprobación. Las principales surgen sobre todo de una extrapolación de los datos obtenidos por las naves enviadas a los planetas Marte y Venus.

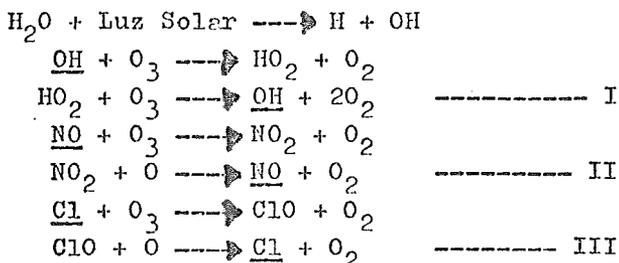
Hace unos 5,000 millones de años comenzaron a formarse los planetas del sistema solar a partir de una nebulosa muy caliente constituida en su mayor parte por los gases más ligeros, Hidrógeno y Helio, los cuales en los planetas más cercanos al Sol y con debil campo gravitacional, escaparon hacia la atmósfera. Posteriormente, como consecuencia del proceso de condensación y enfriamiento comenzaron a surgir en estos, gases como vapor de Agua, -- Dióxido de Carbono, Amoniaco, que dieron lugar a los océanos y a la atmósfera.

Una hipótesis plantea que nuestra atmósfera hace unos 1,000 millones de años estaba constituida principalmente por  $\text{CO}_2$  y a la vez se presentaba una elevada concentración de vapor de agua. La

disociación del vapor de agua, provocada por la radiación solar - produjo Oxígeno e Hidrógeno y en tanto el primero pudo ser retenido, el segundo escapó hacia el espacio exterior.

Durante la fase de formación del Oxígeno atmosférico la vida solo era posible en el fondo de los océanos en forma anaeróbica - ya que la radiación solar incidía, en una proporción mayor que la actual sobre la superficie del planeta y las consecuencias de la radiación ultravioleta sobre la vida son letales. En medida que - se incrementó la concentración de Oxígeno, éste actuó como un es- cudo protector contra la radiación dando lugar al surgimiento de la vida aeróbica. Esta acción radica en que el Oxígeno, desde u-- nos 90 Km, absorbe la radiación ultravioleta transformandose en - dos átomos energizados que al reaccionar con una molécula de O<sub>2</sub>, conducen a la formación de Ozono.

El Ozono se encuentra principalmente entre los 15 y 60 Km, - y a los 25 Km, la zona de máxima concentración absorbe radiación ultravioleta de menor intensidad para transformarse nuevamente en O<sub>2</sub> y O. Esta destrucción, se propuso que estaba en equilibrio con su producción. Al hacer las mediciones pertinentes, se encontró - que la concentración de Ozono era menor que la calculada, por lo que se adicionaron al primer mecanismo de destrucción otros como:



Tanto los radicales formados de la fotólisis del vapor de a- agua (OH) como la molécula de Oxido Nítrico (NO), destruyen cata- líticamente el Ozono, pero entre ambos reaccionan para formar NH<sub>3</sub> reduciendo la cantidad del óxido. Esto tiende a contratacar la --



destrucción del Ozono por radicales derivados del vapor de agua; un aumento en el agua estratosférica, puede aumentar o disminuir la capa de Ozono dependiendo de la distribución del agua.

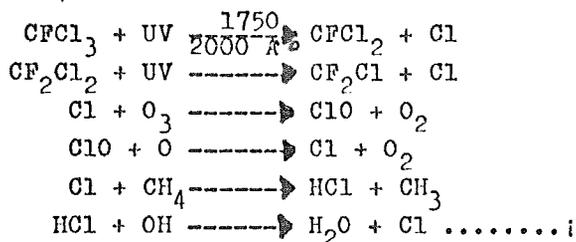
Se puede ver, de acuerdo con la ecuación III, que un átomo de Cloro puede destruir miles de moléculas de Ozono. Estudios actuales han mostrado que el ciclo de ClO puede ser tres veces más efectivo que el de NO en la destrucción del Ozono.

Se puede argumentar que la mayoría de los compuestos clorados son removidos de la baja atmósfera rápidamente por precipitación y otros procesos atmosféricos; sin embargo, algunas moléculas cloradas pueden sobrevivir en esta capa varios años, de modo que pueden llegar en algún tiempo a la Estratósfera. En la tabla 3-10, se observa el tiempo promedio de residencia de algunos compuestos clorados.

COMPUESTO CLORADO	TIEMPO (años)
CLOROFORMO ( $\text{CHCl}_3$ )	0.19
CLORURO DE METILENO ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )	0.30
PROPELENTE 12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )	300.00
TETRACLORURO DE CARBONO ( $\text{CCl}_4$ )	330.00
PROPELENTE 11 ( $\text{CFCl}_3$ )	1000.00

TABLA 3-10. Tiempo promedio de residencia en la baja atmósfera.

La teoría de Rowland y Molina se basa en la gran estabilidad mostrada por los clorofluorometanos y del tiempo suficientemente largo que permanecen en la atmósfera sin descomponerse, lo que les permite alcanzar la Estratósfera a pesar de sus coeficientes de difusión relativamente bajos. Estos compuestos dentro de esta capa absorberán energía de la zona del ultravioleta lejano del espectro solar, produciéndose una fotodisociación que dá lugar a un átomo de Cloro impar; este átomo, va a constituir el origen de un ciclo catalítico cuyo resultado global se traduce en la destrucción del Ozono.



Fotólisis continuas de los propelentes, proporcionan todos los átomos de cloro disponibles, y así, el propelente 11 dá 3 átomos - de Cloro impar y el propelente 12 dá 2 átomos.

La fotólisis de los clorofluorometanos no ocurre en la Tro-- pósfera porque las moléculas son transparentes a longitudes de on da mayores de 2900 Å<sup>o</sup>. El arrastre de la precipitación pluvial se desecha, así como también a la absorción oceánica por la baja so- lubilidad de estos compuestos en el agua.

Un corolario importante, es que el impacto de la fotólisis - del gas 11 y gas 12, no se resiente inmediatamente debido a la -- lentitud en el proceso de difusión, por lo que sus efectos sobre el Ozono, se muestran diferidos. De la misma manera que para al-- canzar un equilibrio natural deberá pasar un período de tiempo si milar al tiempo de vida de los productos en la Estratósfera, aún cuando la cantidad del Cloro introducida se redujera en el Futuro.

Al formar el Ozono una capa protectora de la tierra contra -- las radiaciones solares, su destrucción originará un incremento -- de la radiación ultravioleta proveniente del Sol. Los efectos so- bre los ecosistemas terrestres no pueden ser valorados con preci- sión en la actualidad; sin embargo, si se extrapolan los resulta- dos obtenidos en invernaderos y cámaras de crecimiento, en los -- cuales casi el 50 % de especies naturales y cultivadas mostraron decremento marcados de biomasa, se puede esperar resultados seme- jantes a nivel global. El efecto sobre la salud humana, será el -- aumento de la frecuencia de cáncer cutáneo, principalmente el Me- lanoma que es la forma más grave de esta enfermedad.

Otros investigadores avocados a las mismas investigaciones, dieron su punto de vista respecto a esta teoría provocando la llamada Controversia Fluorocarbono-Ozono.

Antes de 1970, la única información disponible que en alguna forma se relacionaba con las reacciones atmosféricas, consistía en datos espectroscópicos. Esto mostraba que los propelentes 11 y 12 carecían de absorción por arriba de 2900 Å; puesto que la radiación solar que llega a la tierra o a las porciones más bajas de la atmósfera, están por arriba de esta medida, era evidente -- que estos compuestos no reaccionan fotoquímicamente en la atmósfera. Para comprobar lo anterior, la Asociación de Químicos Manufactureros organizó programas de medición en tres importantes laboratorios universitarios.

El primer programa se orientó hacia la medición de la concentración en la atmósfera del propelente 11, efectuada por el Prof. James E. Lovelock, inventor del Cromatógrafo de gases por captación electrónica, de la Universidad de Reading, Inglaterra. Las primeras mediciones, dieron una concentración de hasta 50 a 100 partes por billón de propelente 11 en la atmósfera de regiones tranquilas del planeta; esto es, menos de una molécula por cada 10 mil millones de la atmósfera. Al comparar concentraciones del hemisferio septentrional, dieron una relación de 2:1 con respecto a las del hemisferio meridional en latitudes semejantes, concordando esto con la densidad poblacional. Sus mediciones demostraron también, que el mar no almacena fluorocarbonos.

El segundo programa desarrollado en la Universidad de California en Riverside bajo la dirección del Prof. James Pitts, consistió en la detección y medición del "smog" mediante procesos fotoquímicos. Llevaron a cabo extensas investigaciones de laboratorio en condiciones muy astringentes, en las que se simuló la producción del "smog" fotoquímico en los Angeles. En estos experimentos, añadieron propelentes 11 y 12 y otros compuestos de halocar-

buros a las muestras del aire de Los Angeles que contenían Oxidos de Nitrógeno, hidrocarburos y Oxidos de Azufre y luego procedieron a irradiar las mezclas con lámparas de rayos ultravioleta.

Los resultados obtenidos, mostraron que los fluorocarbonos no intervinieron en la reacción de formación del "smog". Después de sesenta días de irradiación, la concentración de halocarburos se mantenía constante, aún cuando los hidrocarburos y los Oxidos de Nitrógeno habían sido destruidos, con frecuencia el mismo día. Lo anterior mostró que los halocarburos no toman parte en las reacciones atmosféricas que pueden ser perjudiciales para el ser humano.

El tercer grupo de investigadores, el cual fué dirigido por el Prof. Sandorfy de la Universidad de Montreal, emprendió estudios para determinar en que punto de la atmósfera es de esperarse una reacción de los fluorocarbonos, puesto que como se sabe, el espectro solar posee ondas de longitud mucho más cortas que 2900 A° a elevadas altitudes.

Los resultados de estos estudios sirvieron para determinar que el espectro de absorción máxima en el caso de los propelentes ocurre bien por abajo de 2000 A° y, de hecho, por abajo de 1600 A°. Esto indicó claramente que los halocarburos tendrían que penetrar a altitudes muy elevadas, de 30 a 50 kilómetros, antes de que pudiesen absorber la radiación solar.

Estos resultados obtenidos mediante la experimentación, fueron aceptados por el Dr. Rowland, el cual después estableció, que los propelentes son llevados a la Estratósfera por fenómenos de difusión, hasta alturas convenientes para quedar expuestos a un proceso de radiación, que causará una disociación de la molécula liberando un átomo de Cloro, el cual será el causante directo de la disminución del Ozono. Otros afamados investigadores que realizaron las mismas investigaciones, apoyaron la teoría antes mencionada. Ahora bien, hay que hacer notar, que estas conclusiones fue

ron alcanzadas mediante complicadas operaciones teóricas, basando se en modelos y en la utilización de computadoras. Las informaciones que han logrado obtener, son bastante escasas, dado que no se conocen exactamente los componentes de la Estratósfera.

Al analizar detenidamente esta teoría, se puede observar que, el problema que plantea el Dr. Rowland tiene que ver directamente con el átomo de Cloro, y si es un problema real, no debe limitarse a los propelentes fluoroclorados, ya que estos constituyen, -- por lo menos en Estados Unidos, solamente el 4 % de la producción total anual de compuestos clorados. Además, debe mencionarse que, la mayor contribución a la atmósfera de gases que contengan Cloro, la aporta la propia naturaleza debido sobre todo, a las actividades oceánicas y volcánicas.

Al ser publicada esta teoría, causó alarma tanto entre investigadores especialistas de Institutos Científicos, así como entre investigadores patrocinados por las industrias. Después de varios estudios, muchos de ellos, están concediendo que las conclusiones de la teoría original de Rowland-Molina, fueron probablemente apresuradas y mal concebidas. En la Universidad de Washington State, el Dr. Rasmussen explicó que aunque es obvio la presencia del Cloro en la Estratósfera, es difícil aún en la actualidad, poder determinar que cantidad es de origen natural y que cantidad proporcionada por el hombre.

El Dr. Rasmussen hizo notar que si bien, el Dr. Rowland propuso las reacciones causantes de destrucción del Ozono, la naturaleza tiene otras muchas alternativas en las cuales incluye, tanto a la producción como a la destrucción del Ozono. Después de varias investigaciones experimentales, dedujo que la variación natural de la concentración de Ozono, es causada por el fenómeno según el cual, a cierta longitud de onda de rayos ultravioleta del Sol, se cataliza la reacción entre moléculas de Oxígeno para formar Ozono; mientras que a diferente longitud de onda, se cataliza

la reacción adversa, en la cual, las moléculas de Ozono se destruyen formando nuevamente las de Oxígeno.

Los estudios experimentales que se realizaron en la Universidad de Colorado, demostraron que la concentración de Ozono en la Estratósfera se había incrementado entre 1966 y 1975, período en el que también se registró la más grande producción de Fluorocarbonos. Sin embargo, estos resultados no son definitivos para poder concluir que la teoría de Rowland es errónea, dado a que, si bien hubo aumento en la producción de fluorocarbonos en ese período de tiempo, no toda la cantidad producida debió llegar a la Estratósfera inmediatamente, apoyado esto, en el tiempo promedio de residencia tan largo que tienen estos compuestos en la baja atmósfera. El mismo Dr. Rasmussen señala que, de acuerdo a mediciones realizadas en 1976, la concentración de fluorocarbonos algunos kilómetros dentro de la Estratósfera llegó a ser solo de 150 partes por trillón.

En conclusión, es evidente que, para poder valorar la posible acción de los fluorocarbonos en la capa de Ozono, es necesario un período relativamente largo de años. Sin embargo, también está claro que, las investigaciones deberán intensificarse actualmente, para poder decidir si la producción de estos productos debe seguir su curso, o debe frenarse para que llegado el momento, un resultado positivo de esta teoría no sea encontrado demasiado tarde para la humanidad.

e) Propelentes de Fluorocarbono Alternativos.- En vista de la incertidumbre en cuanto a la validez de la teoría de destrucción del Ozono, se empezó a investigar la creación de propelentes sustitutos a base de Fluorocarbonos, en caso que los usados comúnmente (11 y 12) sean restringidos por reglamentación.

El programa de investigación se inició en 1975 y en él, se establecieron cinco requisitos que tuvieron que cumplir los posibles candidatos para poder ser aceptados como tales:

No presentar problemas desde el punto de vista ambiental.-- las pruebas actuales, indican que los fluorocarbonos que contienen Hidrógeno, son más inestables en la atmósfera que los halocarburos saturados; se presenta una reacción con radicales OH, dando lugar a la formación de agua y a la degradación de la molécula de fluorocarbono antes de que llegue a la atmósfera alta (Estratósfera).

Deberán desempeñar en forma adecuada las funciones de los propelentes actuales en las formulaciones de aerosol, como son ro cio característico, compatibilidad con los ingredientes y envases, además del sistema solvente.

Manifiestar un nivel mínimo de Toxicidad por inhalación aguda y crónica.

Desde un punto de vista ideal, los productos deberán poder elaborarse en las plantas existentes, mediante la extensión de algún proceso tecnológico conocido.

Finalmente, los costos de manufactura no deberán rebasar mer cadamente los costos de los productos actuales para poder ser ---- aceptados en el lugar de su venta.

El trabajo inicial se concentró en los compuestos 21, 22,--- 142b y 152a, de los cuales existen datos en la primera parte de éste capítulo. De este grupo, el compuesto 22 tiende a ser el más aceptable sustituto, ya sea utilizándolo como propelente único, o combinado con solventes adecuados. Los compuestos 152a y 142b, no obstante haber presentado buenas cualidades como propelentes, son bastante inflamables, lo que limita su uso. El propelente 21, no pasó las pruebas de toxicidad.

Los estudios continúan sobre estos productos y otros nuevos, sin embargo, las propiedades físicas excelentes que presentan los propelentes 11 y 12 combinadas con su baja toxicidad y bajo costo, exigen que un producto sustituto deberá estar estrechamente relacionado con ellos por su estructura y propiedades.

## B) PERFUME O SUSTANCIAS AROMATICAS

a) El Perfume en el Aerosol.- Cada perfume debe tener el olor indicado para la aplicación a que se destine. No se debe pretender que un insecticida tenga el mismo olor que un agua de Colonia; pero si se puede asegurar que, principalmente para la Industria Cosmética del Aerosol, el papel que desempeña el perfume es fundamental. El hecho de perfumar y dosificar minuciosamente, son acciones de primera importancia para el éxito comercial de los productos presentados en Aerosol.

Excluyendo a los aerosoles Farmacéuticos y Alimenticios, que se rigen por condiciones muy particulares, se puede agrupar a los aerosoles perfumados en dos grandes grupos:

1.- Aerosoles Perfumes.- El perfumar es el objeto principal: Aguas de Colonia, Lociones, etc...

2a.- Aerosoles Cosméticos.- El perfume, sin ser el objetivo principal, representa un factor decisivo de éxito junto con la materia activa: Rocíos para el Cabello, Antitranspirantes, etc...

2b.- Aerosoles Técnico-domésticos.- El perfume puede jugar un papel primario, como en el caso de los Rocíos para el ambiente: o bien, servir unicamente para compensar los olores técnicos del producto, como en el caso de los Insecticidas.

b) Definición y Componentes.- Un perfume, es una mezcla de sustancias odoríficas en proporciones definidas y bien armonizadas que producen una sensación agradable al olfato. Las sustancias odoríficas usadas, se dividen en los siguientes grupos:

I.- Esencias Naturales.- Productos de origen vegetal o animal.

1.- Aceites esenciales.- aceites volátiles que se encuentran en algunas plantas y se obtienen por destilación al vapor como la Citronela y el Patchuli.

2.- Aceites absolutos.- extraídos de flores por medio de disolventes volátiles como el Neroli y la Rosa.

3.- Extractivos naturales.- llamados también resinas solubles, extraídos de resinas, gomas, bálsamos o semillas, como la - Ambarilla y el Incienso.

4.- Productos animales.- glándulas o secreciones glandu-  
lares de algunos animales como el Almizcle y el Castoreo.

## II.- Compuestos Químicos Aromáticos u Odoríficos.

1.- Compuestos separados de aceites esenciales.- se conocen con el nombre de aislados como el Geraniol (de la esencia de Citronela) y el Linalol (de la esencia de Palo de Rosa).

2.- Aromáticos Sintéticos que están presentes en la Natu-  
raleza como el Alcohol Beta-fenil etílico y el Terpeneol.

3.- Aromáticos Sintéticos no conocidos en la Naturaleza,  
como el aldehído Alfa-amíl cinámico y los Nitro almizcles artifi-  
ciales.

III.- Especialidades Aromáticas.- Conocidas en el mercado como bases para perfumes: sin poseer un aroma específico, sirven para ayudar a conseguir la nota final del perfume.

c) Perfumado de Aerosoles.-- El hecho de perfumar un aerosol, no quiere decir, que basta con agregar un olor agradable a su contenido para obtener un resultado magnífico. Las condiciones en -- las cuales se aplica un perfume, una loción o un agua de colonia en aerosol, son tan diferentes de las que se conocen para los me-  
dios convencionales, que no se pueden adaptar sencillamente las -  
mezclas existentes. Para el uso del perfume en el aerosol, hay --  
que cuidar su elaboración tanto en el aspecto olfativo como en el  
aspecto aplicación.

Una dificultad que se presenta al perfumar un aerosol, es --  
que los componentes de un perfume no se presentan, olfativamente,  
de la misma manera en un aerosol que en un envasado clásico. En -  
envases convencionales, dentro de la constitución de un perfume,  
se distinguen tres etapas: 1) la primera sensación olfativa nos -  
la dan los componentes de salida o cabeza, que son los más voláti

les y generalmente de un olor fresco; 2) la segunda sensación viene dada por los componentes de volatilidad media o de cuerpo; y - 3) se presentan los componentes menos volátiles o de base. Estas tres etapas, van apareciendo de acuerdo a una curva de volatilidad homogénea, que está en función de la volatilidad relativa de cada uno de los componentes individuales. Un perfume en aerosol, es vaporizado en una neblina muy fina compuesta por miles de partículas microscópicas, por lo que la superficie de evaporación se encuentra notablemente aumentada y esto favorece como consecuencia que todos los componentes del perfume se encuentren casi instantáneamente en fase gaseosa. Lo anterior dá como resultado que la sensación olfativa sea diferente con el mismo perfume cambiando de envases convencionales a aerosoles.

Otras condiciones que tienen efecto sobre el tamaño de las partículas, es el porcentaje del propelente, la presión del gas, el tipo de válvula y los solventes. Mientras más fuerte sea la expansión, las partículas decrecen en tamaño pero aumentan en superficie de evaporación.

El perfumado de los distintos tipos de aerosoles, crea a veces problemas difíciles de resolver, debido a las reacciones físico-químicas de los constituyentes y propulsores empleados en el aerosol. Los principales problemas que se presentan son la Solubilidad y la Estabilidad del perfume ya en el producto, aparte de otros factores que también pueden influir, como el pH, trazas metálicas, etc... Un ejemplo, lo tenemos en que, en presencia de agua, los halocarburos no suficientemente estables en este medio, pueden dar lugar al nacimiento de ácidos, lo que provocará perturbaciones químicas en el seno de los perfumes o deterioro en los recipientes metálicos.

Los aldehídos empleados como materias odoríferas, en ciertas condiciones desfavorables sufren una transformación olfativa considerable; entre los menos estables, se encuentran el aldehído C9,

el C10 y el C12 láurico. El aldehído ciclámico se ha revelado por tener una estabilidad olfativa bastante satisfactoria.

Entre las cetonas y lactonas que se conservan muy bién en un medio aerosol, está la Undecalactona conocida como aldehído C14, la Metilionona y la Metilacetofenona.

Entre los éstores que se deben descartar por inestables, se encuentran los formiatos y los butiratos; entre los que han demostrado gran estabilidad, están el Acetato de Geranilo y el Acetato de Terpenilo.

Entre los alcoholes que se consideran estables y con gran índice de conservación, se encuentran el Linalol y el Geraniol.

Los aceites esenciales ofrecen cada uno un caso particular, y sería muy largo tratarlos individualmente, sin embargo, una --- consideración general es: todos los aceites esenciales ricos en --- terpenos, son muy poco estables en aerosol; otros, como el aceite de limón, de naranja, de mandarina y de toronja, sufren alteraciones considerables en su olor.

Otros aspectos a considerar, son el pH del producto, el tipo de envase ya sea metálico por el peligro de corrosión o de vidrio por las posibles reacciones fotoquímicas, y principalmente la solubilidad del perfume en los componentes. Si el perfume no se disuelve totalmente en el medio, o se precipita o flocula y no permite la repartición homogénea del olor en el producto.

Para saber con mucha certitud si un perfume en aerosol es --- muy estable, hay que esperar unos seis meses dejando el producto a la temperatura ambiente; también se puede usar el proceso acelerado, en el cual el producto se coloca a 45 o 50 grados C, durante tres meses. Este último método además de seleccionar rigurosamente a los perfumes estables en aerosol, ayuda al fabricante a --- poder lanzar rápidamente un producto en aerosol perfumado al mercado. Por último, aunque no sea el único factor ligado con el perfume, debe tomarse en cuenta la irritación posible de la piel.

Otros componentes de un aerosol, de naturaleza química, son las materias activas y los solventes. En este trabajo, no trataremos estos temas, ya que hacerlo implicaría posiblemente aumentar el volumen gráfico y correr el riesgo de dejar lagunas en la exposición. Por ejemplo, las materias activas deberán tratarse según el tipo de aerosol; una materia activa para un aerosol farmacéutico difiere, tanto en monografía como en controles de calidad de la usada para un aerosol de uso doméstico; es decir, no se puede generalizar los conceptos como en el caso de los propelentes o perfumes. De los solventes, aunque si se puede expresar conceptos generales, son tantos y muy conocidos, que resulta inapropiado gastar tiempo en su investigación. El no hacerlo, no afecta la finalidad del trabajo y sí deja abierta la posibilidad de realizar un trabajo específico aparte.

### C) ENVASES O RECIPIENTES

a) Tipos y Medidas.— El primer tipo de envases, los cuales fueron usados para las llamadas "bombas para bichos", eran recipientes con gruesas paredes de acero muy pesados que se distribuyeron en el mercado con carácter devolutivo para volverlos a llenar. En 1946, se puso a disposición una lata de cerveza modificada para envasar aerosoles a baja presión más adaptable a la hojalata resistente a la corrosión, que podía revestirse interiormente.

Los primeros envases de aerosoles a baja presión tenían la válvula fijada o insertada directamente en la parte superior del cono de la lata o insertada en un capuchón de una pulgada unido a la parte abovedada de la lata. En la actualidad, la Industria del Aerosol, dispone de envases de diversos materiales entre los cuales están los de metal, los de vidrio y los de plástico.

Envases de metal.— Los envases de metal, están hechos de dos maneras: por extrucción y por laminación. El fabricado por extrucción es más estético y resiste presiones internas mayores, ya que el laminado tiene costura lateral.

La mayoría de los envases metálicos, son de lámina negra y hoja de lata. Este material es de acero con un delgado recubrimiento de Estaño aplicado electrolíticamente o por inmersión en caliente sobre la superficie. En general, el aumento en los pesos de recubrimiento de Estaño, proporciona mayor resistencia del envase a la corrosión. Los envases de hojalata pueden ser sencillos o con un recubrimiento orgánico interior; el de lamina negra, se recubre siempre. Están disponibles una variedad de recubrimientos como son: resinas de tipo fenólico, vinílicas y epóxicas, que se aplican por aspersión o por laminación sobre el material y se curan o curan para que formen una película química delgada y resistente. La capacidad de estos envases, varía de 2 a 24 onzas más o menos (1 onza = 28.7 g)

En México, existen básicamente cuatro tipos de envases en dos diámetros diferentes: diámetro 202 (53 mm.) con alturas 314 (98 mm.) 6 oz. y 509 (141 mm.) 10 oz.; diámetro 211 (65 mm.) con alturas 413 (122 mm.) 12 oz. y 604 (158 mm.) 16 oz. Como un avance en la fabricación de envases, surge el diámetro 207.5 en diversas alturas. Con la capacidad actual de la industria de fabricantes de envases aerosol, están disponibles alturas desde 214 (73 mm.) hasta 1007 (265 mm.) para los tres diámetros existentes. Resumiendo, existen en el mercado un total de 18 tipos de envases, y estando en estudio el envase de diámetro 112 (26 mm.) con alturas de 314 a 604.

Los envases de hojalata son de dos tipos: dos y tres piezas. Los de dos piezas son llamados también "envases estirados" por la forma de fabricar el cuerpo del envase que tiene un capuchón con una abertura de una pulgada abierta con cuerda para insertar la válvula con el botón accionador. La designación de dos piezas se refiere al cuerpo del envase como una pieza y al botón como la segunda pieza.

Los envases de tres piezas son más económicos que los de dos

piezas, porque el rango de producción es más elevado. En la manufactura de estos envases, un cuerpo tubular es formado de hojalata, y la junta resultante es soldada. El capuchón con la abertura de una pulgada y el botón son colocados después de que el cuerpo ha sido formado; las tres piezas son: el cuerpo, el capuchón y el botón.

Productos con presiones de  $160 \text{ lb/in}^2$  medidas a  $54.4 \text{ }^\circ\text{C.}$ , -- pueden ser envasados en cualquiera de los dos tipos de envases: y productos con presiones arriba de  $180 \text{ lb/in}^2$  son envasados en envases de dos piezas.

Los envases de Aluminio ofrecen varias ventajas sobre los fabricados de lamina negra y hojalata, pues presentan una apariencia más estética, hay más surtido en tamaños y son más ligeros de peso; pero tienen el inconveniente que son más caros dependiendo su futuro del costo del Aluminio en comparación al de otros metales. Estos envases son fabricados por extrucción.

Envases de Vidrio.- Los botes de vidrio, son particularmente atractivos para los productos cosméticos, porque pueden ser moldeados en una gran variedad de formas. El peligro de contaminación metálica de un producto y el riesgo de corrosión aún en envases recubiertos interiormente con resinas, son desventajas de los envases metálicos superadas al emplear envases de vidrio.

Existen dos tipos de envases de vidrio: el no protegido y el protegido. Los no protegidos, están hechos de vidrio diseñado estructuralmente para reducir las roturas. A causa del riesgo que representa la fragmentación de un envase de vidrio con un preparado para aerosol, estos se protegen con recubiertas de plástico, -- aunque algunos van dentro de otro envase de metal o de cartón. El recubrimiento de plástico aumenta la resistencia a las roturas al poder amortiguar el impacto de una caída sobre una superficie dura además que el recubrimiento de plástico puede retener los fragmentos de vidrio.

Los envases de vidrio están disponibles en medidas entre 1 a 8 onzas, siendo los más usados los de 2, 3 y 4 onzas. El uso principal a que se destina la producción de envases de vidrio para aerosol, es para la industria farmacéutica y cosmética.

Envases de Plástico.- Los envases de plástico tomados en consideración son de nailon, melamina, formaldehído y fenolformaldehído. El proceso normal de fabricación es el de soplado, sin embargo se obtienen mejores resultados usando el proceso de inyección-soplado que dá envases con un cuello de dimensiones interiores exactas que garantizan un buen sello y con paredes del envase más uniformes. Se pueden obtener formas y colores variados con una buena textura. El empleo más económico es en envases menores de 6 onzas, ya que al aumentar la capacidad, aumenta el espesor de las paredes, aumentando el costo del envase.

b) Métodos de Carga o de Llenado.- Todos los concentrados de aerosol, son líquidos o polvos a presión atmosférica y son cargados directamente dentro del envase antes de colocar la válvula. Los propelentes fluorados y los hidrocarburos, son gases a la temperatura ambiente y presión atmosférica, y son licuados antes de cargarlos. Los gases comprimidos, también adquieren esta característica antes de ser cargados.

Métodos de llenado para gases licuados.- Los propelentes pueden ser licuados tanto por enfriamiento como por presión. Cuando los propelentes están licuados por enfriamiento, son añadidos directamente a través de la abertura en el envase, la válvula es entonces enroscada dentro del envase: este método de llenado es llamado llenado en frío. Cuando los propelentes son licuados por presión y son forzados a entrar al envase después que la válvula ha sido enroscada en su lugar, se tiene el método llamado llenado por presión. Existe un tercer método, el cual combina los mejores elementos de los dos primeros.

Llenado en Frío.- Este método considera a menos del 5 % de -

los productos en aerosol. Los siguientes pasos son típicos en una operación comercial de llenado en frío :

1.- Los envases vacíos de aerosol, son puestos en una máquina que los separa y los envía dentro de una línea a intervalos -- constantes. Los botes son invertidos y limpiados por un chorro de aire y reinvertidos.

2.- El concentrado, enfriado a una temperatura alrededor de  $-12$  a  $-18$  °C. , es añadido al envase abierto.

3.- El propelente, enfriado a una temperatura entre  $-29$  a --  $-40$  °C., es añadido en un flujo líquido al envase a través de su abertura.

4.- La válvula es puesta en el envase y enroscada.

5.- Los envases llenos y cerrados, son calentados a una temperatura de  $55$  °C. en un baño de agua. Si los botes tienen fugas, o estallan dentro del baño de agua, la operación de carga está defectuosa y debe ser corregida.

6.- Los envases, son secados con aire y preparados para etiquetarlos y codificarlos. El aire también remueve agua de áreas -- tales como la copa de la válvula, donde la corrosión pudiera ocurrir. Los accionadores son puestos sobre las válvulas si es necesario y se colocan los tapones superiores protectores. De aquí, -- se pasan los envases al departamento de acondicionamiento.

Las ventajas del método de llenado en frío, son una proporción de producción bastante alta y la eliminación de aire del envase durante la carga por la vaporización del propelente. Una baja concentración de aire en el envase es deseable porque el aire puede ser un factor en la corrosión y también en el aumento de la presión interior. Entre las desventajas, está el alto costo del equipo de enfriamiento, además de que puede haber formación de hielo en las boquillas de las llenadoras, lo cual puede contaminar -- el producto o obstruirlas haciendo el proceso muy lento y costoso por la pérdida de tiempo en su limpieza.

Llenado a Presión.- Este método fué desarrollado inicialmente para productos que no podían ser llenados en frío, tales como los productos acuosos que se congelaban. Un procedimiento de carga a presión típico, implica los siguientes pasos :

1.- Limpieza similar al método anterior.

2.- El concentrado a temperatura ambiente, es añadido al envase.

3.- El aire es removido del envase por purga o evacuación. - La válvula es entonces enroscada en el envase.

4.- El propelente es cargado, usando presiones alrededor de 150 a 400 lb/in<sup>2</sup>, a través de la válvula.

5.- Los envases llenos son calentados a 55 °C. para checar - posibles fugas.

6.- Mismos pasos del método anterior.

Llenado "bajo el capuchón".- Este proceso se realiza por medio de cabezas de llenado, las cuales llevan a cabo tres operaciones: evacuar el aire del envase, cargar el propelente y enroscar la válvula. En este método, el concentrado es cargado dentro del envase a temperatura ambiente y la válvula colocada encima de este (no enroscada). La cabeza de llenado hace un sello a prueba - de aire en el hombro del envase y el aire contenido, es removido a través de un portillo; la válvula es sostenida ligeramente sobre el envase a una pulgada de abertura. Después de remover el aire, el propelente es adicionado a través de otro portillo y pasado debajo de la copa de la válvula: enseguida, la válvula es enroscada. Los pasos siguientes, son similares a los métodos anteriores.

Métodos de llenado para gases comprimidos.- Estos pueden ser cargados de dos maneras: a través de la válvula a una presión pre determinada usualmente alrededor de 80 a 100 lb/in<sup>2</sup>, o por saturación del sistema de solventes con el gas comprimido anterior a la adición a el envase. Cuando se utiliza el de saturación, el siste

ma de solventes ya saturado, se bombea a una maquina de llenado - bajo el capuchón.

c) Presiones de Llenado.- Dependiendo de la presión usada, - será el tipo de envase utilizado.

Presión ultra baja.- Todas las presiones dentro de esta clasificación son menores de 25 lb/in<sup>2</sup> man medidas a 21.1 °C. Los en vases usados son los de vidrio no protegido o de plástico con paredes de espesor delgado.

Presión baja.- El rango de esta clasificación, abarca de 25 a 40 lb/in<sup>2</sup> man a 21.1 °C. La mayoría de los envases aerosol se - llenan a estas presiones, utilizando sobre todo los envases metá- licos de tres piezas, pudiendo utilizar también los de vidrio pro- tegido o de plástico con paredes de espesor grueso.

Presión mediana.- Comprendida entre 40 y 60 lb/in<sup>2</sup> man a --- 21.1 °C. Al emplear estas presiones, se requiere de envases metá- licos de dos piezas (sin costura lateral).

Presión alta.- Más de 60 lb/in<sup>2</sup> man a 21.1 °C. El envase re- querido debe ser de características especiales adecuadas para re- sistir la presión sin peligro para el usuario.

#### D) VALVULAS Y ACCIONADORES

a) De gran imprtancia en el aerosol es la válvula, ya que junto con la fórmula del preparado, determina el funcionamiento del en- vase. El tipo de aspersion de un aerosol, depende íntimamente de la válvula; su función principal es regular la salida del produc- to. El 90 % del total de quejas del consumidor, se refiere a fa- llas en la válvula.

Aunque existen diversos tipos de válvulas, por lo general es tan formadas de :

Cuerpo.- contiene las llamadas cámaras de expansión que con- sisten en una serie de orificios intercomunicados que permiten el paso de la solución propulsora, causando un aumento en el volumen de la fase gaseosa que mantiene la presión necesaria para la des-

carga. El diámetro de los orificios puede ser de 0.254 mm como mínimo y 1.016 mm como máximo.

Copa Soporte.- esta pieza tiene dos funciones, como asiento del cuerpo de la válvula y como sostén del tubo de inmersión.

Tubo de Inmersión.- Su función es la de conducir el producto del interior del envase al mecanismo de la válvula. Generalmente son de polietileno o de nailon

Vástago.- tiene dos orificios, uno en la parte superior, que es la salida del mecanismo de la válvula donde se insertan los accionadores; y otro en la parte inferior, la cual va insertada al cuerpo de la válvula; una junta flexible rodea la porción insertada y tiene como función cerrar el orificio inferior del vástago - cuando no está en uso. Esta pieza, al ser oprimida o inclinada -- por medio de los accionadores, abre el orificio inferior permiti---tiendo el paso del producto.

Accionadores.- esta es la parte moldeada que va encima del - vástago, la cual el consumidor oprime al usar el envase aerosol. El producto es descargado a través de un orificio en el acciona--dor. Las medidas de este orificio varían de 0.305 a 1.524 mm, aun que para productos espumosos se llegan a encontrar hasta de 7.62 mm. Usualmente, los accionadores están fabricados en polietileno.

b) Tipos de Válvulas.- Aunque sería difícil detallar a cada una de las válvulas existentes, todas se pueden agrupar en cinco grandes clases :

Válvulas convencionales.- son las más comunmente usadas y -- sirven para todos los tipos de aspersiones al espacio y las recu--bridoras de superficie. En estos sistemas, la presión interna del envase no es menor de  $30 \text{ lb/in}^2$  man. a  $21.1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Válvulas para espumas.- estas válvulas tienen un solo orofi--cio de expansión, que está situado en la base ; a continuación se halla una cámara de expansión aislada que sirve de boca de salida o aplicador. Tiene un volumen suficientemente grande para permii--

tir la expansión inmediata del producto presurizado para formar la bola de espuma. En razón del tamaño grande de sus aberturas, las válvulas para espuma podrán prestarse para usarlas con materiales viscosos, como jarabes, cremas y ungüentos. La válvula puede o no usar tubo de inmersión, según se use el envase en posición vertical o invertido.

Válvulas medidoras.- la acción medidora se logra admitiendo el producto presurizado en una cámara medidora durante la carrera ascendente o descendente de la válvula y liberándolo durante la carrera inversa. El volumen de la cámara que contiene la parte aislada, determina la cantidad de aspersion por cada descarga y así tenemos descargas de 50 mg, 100 mg, etc... Estas válvulas evitan la descarga de grandes volúmenes de gas a una presión relativamente alta dentro de las cavidades del cuerpo cuando se utilizan aerosoles medicinales en fosas nasales y bucal.

Válvulas para polvo.- los límites máximos en el tamaño de las partículas dependen hasta cierto grado de la válvula que ha de usarse. Con objeto de evitar la acumulación de sólidos en el asiento de la válvula, las válvulas para polvo se operan usualmente abiertas a toda capacidad, aunque esto dá por resultado que se descargue un gran penacho de polvo no adecuado para uso doméstico por su gran longitud; el tamaño del penacho puede reducirse considerablemente, si el porcentaje de sólidos se conserva suficientemente bajo para permitir que se use una válvula con una velocidad baja de aspersion.

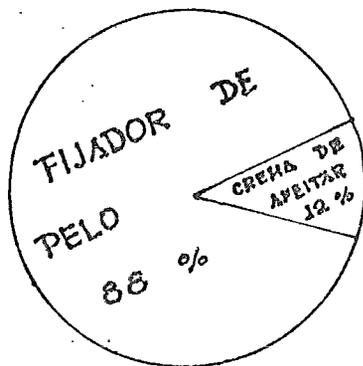
Válvulas para Nitrógeno.- estas válvulas tienen orificios de considerable tamaño en el macho de la caja de la válvula (véstago) y el tubo de inmersión tiene un diámetro interior mayor; ambas modificaciones permiten el paso de líquidos viscosos.

C) Casquetes Protectores.- Su función es preservar la válvula y sus accesorios durante el almacenaje. Preparados en forma de corativa mejoran el aspecto del envase.

ASPECTOS ESTADISTICOS Y ECONOMICOS DEL AEROSOL

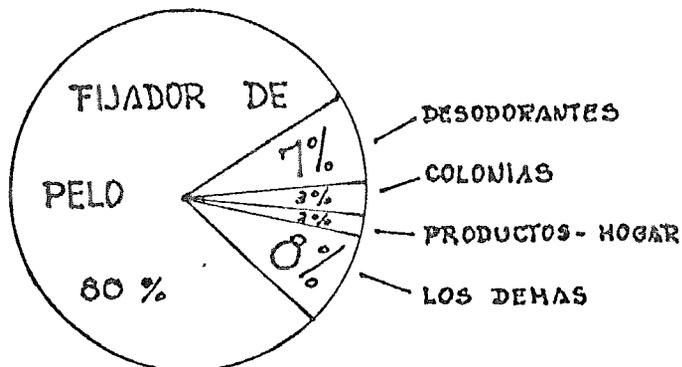
A) MERCADO EN MEXICO

En 1954, nace la Industria del Aerosol en México. La producción total se enfocó a productos personales de la Industria Cosmética. Se estimó en aproximadamente 20,000 unidades el volumen producido en el transcurso de ese año (Gráfica 4-1)



Gráfica 4-1.- Composición del Mercado Nacional en 1954.

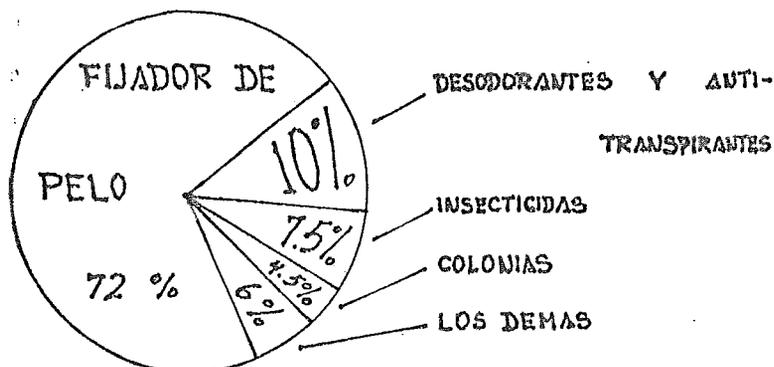
Desde su inicio, la Industria del Aerosol se ha enfocado en gran porcentaje a productos personales cosméticos, lo cual puede haber influido para que su crecimiento, aunque paulatino al principio, haya sido constante, dado que al aumentar el conocimiento sobre los aerosoles cosméticos por parte de los consumidores, aumentó la demanda y motivó a otros campos a probar el aerosol en sus productos. Así, al término de la primera década del Aerosol en México, en 1963, se elaboraron 4.3 millones de unidades, de los cuales, el 90 % correspondió a productos personales (Gráfica 4-2).



Gráfica 4-2.- Composición del Mercado Nacional en 1963.

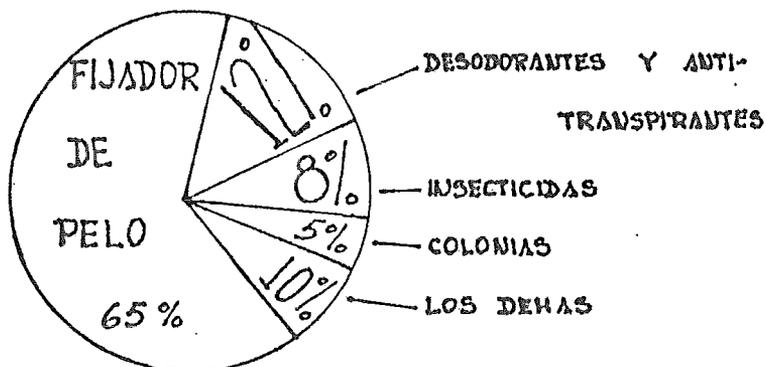
En estos primeros años, el Fijador de Pelo fué el producto principal de la Industria del Aerosol, pero hubo después varios cambios sobre todo en la moda femenina, que impidieron que este producto mantuviera el primer lugar en demanda; el cambio radical en la forma del peinado femenino, hizo disminuir el uso del Fijador de Pelo.

Contrariamente, dos productos recibieron mayor apoyo publicitario y fueron aceptados, haciendo que aumentaran su participación en el mercado: los Desodorantes Personales y los Antitranspi



Gráfica 4-3.- Composición del Mercado Nacional en 1966.

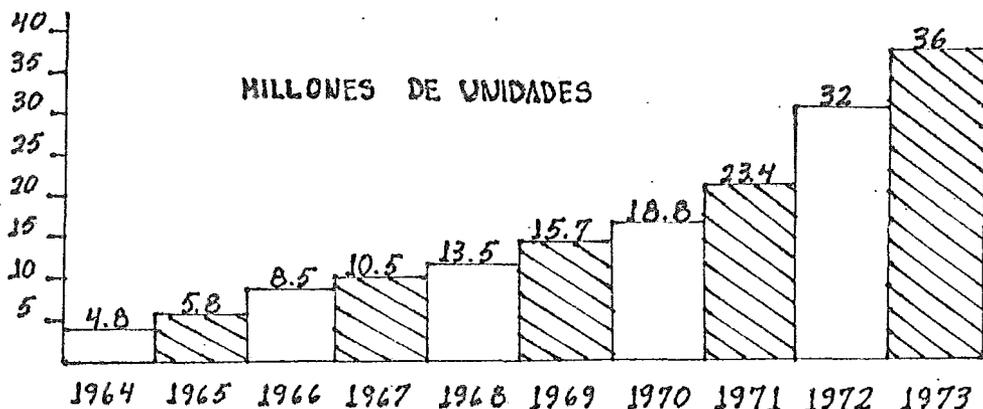
rantes; en 1966 y 1967, el mercado presentó la siguiente composición (Gráficas 4-3 y 4-4).



Gráfica 4-4.- Composición del Mercado Nacional en 1967.

De 1964 a 1973, se empezó a observar un interesante aumento en la demanda de los productos envasados en aerosol; las ventas registraron un promedio de crecimiento del 26 % anual, obteniendo se la cifra de 36 millones de unidades producidas en 1973 (Gráfica 4-5).

Entre los principales factores que influyeron en el aumento



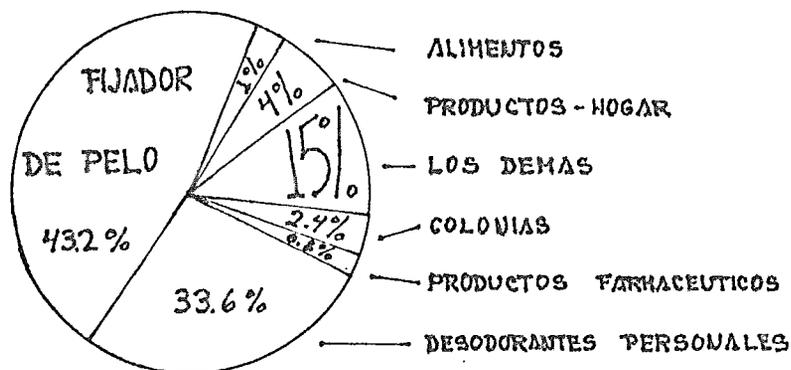
Gráfica 4-5.- Crecimiento del Mercado Nacional (1964-1973).

de la demanda de aerosoles, podemos señalar: mayor conocimiento -- por parte del consumidor, debido a una mayor publicidad: apari--- ción de nuevos productos en aerosol; y la integración de la Indus--- tra acompañada de una mejoría en las técnicas de formulación.

En un reporte sobre el número de productos envasados en forma de aerosol en 1966, aparecen entre 180 diferentes marcas, dos que envasaban Productos Farmacéuticos: al no tener reportes anteriores de envasado de Productos Farmacéuticos, podemos señalar -- que en este año fué cuando aparecieron en el mercado los Produc--- tos Farmacéuticos en aerosol.

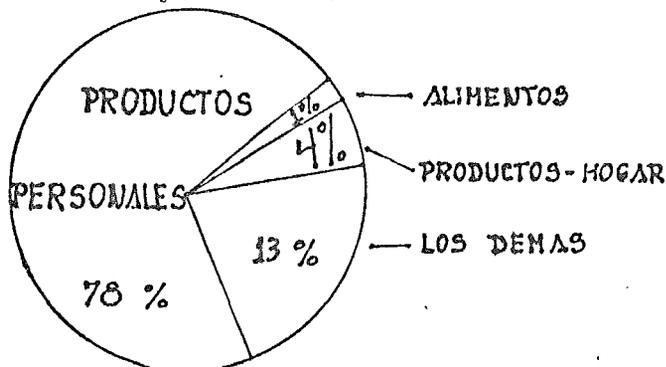
El resto de marcas correspondieron: 40 a Fijadores para Pelo; 25 a Desodorantes Personales, 22 a Colonias y Lociones, 8 entre -- Insecticidas, Cremas para Rasurar, Perfumes y Desodorantes de ambiente, y 83 entre Productos Industriales, Productos para el Ho--- gar y otros.

En este año, no fué determinado el % de aerosoles conteniendo Productos Farmacéuticos, debido posiblemente a que era despre--- ciable su aportación al % total; sin embargo, en 1973, se señaló que un 0.8 % del total producido ese año, eran Productos Farmacé--- ticos (Gráfica 4-6).



Gráfica 4-6.- Composición del Mercado Nacional en 1973.

En 1974, la composición del mercado del aerosol permaneció - similar a la de 1973 (Gráfica 4-7), aunque se nota un ligero aumento del 2 % en la participación de los productos denominados "Los demás", en los cuales están incluidos los insecticidas que empezaron a tener mayor demanda.



Gráfica 4-7.- Composición del Mercado Nacional en 1974.

Antes de iniciar este año, se había estimado un crecimiento del 20 % con respecto a 1973; sin embargo, debido a la escasez de materia prima básica, solo se fabricaron 40 millones de unidades, que si bién superaron la marca del año anterior, solo representó un 11%.

No obstante el pequeño receso en el crecimiento de la producción de aerosoles, este año dejó grandes experiencias a la Industria del Aerosol; quedó de manifiesto la necesidad de proveerse de la materia prima adecuada oportunamente para no volver a tener que limitar la producción y venta de aerosoles en los siguientes años.

También en este año, aparece la Hipótesis Rowland-Molina sobre la acción de algunos fluorocarbonos en la capa de Ozono que influyó mucho en la Industria, ya que por ejemplo en varios estados de la Unión Americana, fueron prohibidos estos propelentes para ser usa

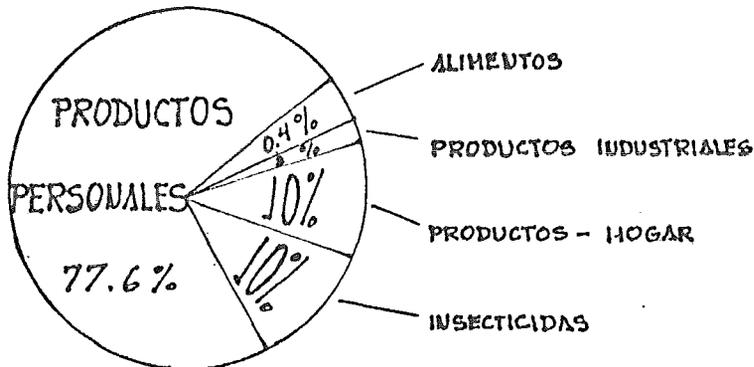
dos en los aerosoles. Mientras siguen las investigaciones para esclarecer dicha hipótesis, la amenaza permanece latente: por lo -- que respecta directamente a México, aunque hubo publicaciones --- alarmistas por parte de la Prensa, no afectó el crecimiento de la Industria, tanto como afectó la inflación.

Aunque 1974 fué un año difícil para la Industria del Aerosol no obstante, aparecieron en el mercado nuevas marcas de aerosoles gracias a los esfuerzos conjuntos de sus integrantes, que a tra-- vés de campañas promocionales, lograron una mayor difusión de la conveniencia del uso de productos envasados en aerosol. En esta -- época se contaron en el mercado, alrededor de mil productos en ae-- rosol, de los cuales la mayoría correspondía a Productos Persona-- les e Insecticidas; los productos Farmacéuticos sumaban casi un - 1 % de los Productos Personales.

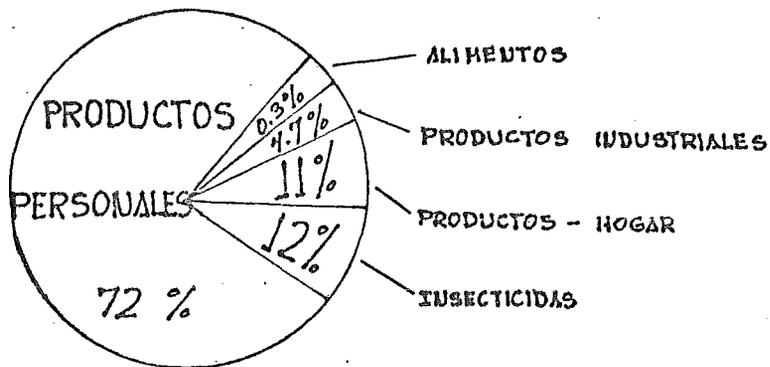
Para 1975, se pronosticó un aumento del 20 % en la produc--- ción; cifras reales comprobaron solo un 7.5 %, es decir, en este año se produjeron 43 millones de unidades y aunque continuó el -- crecimiento de la Industria, este no fué del todo satisfactorio.

Un factor que influyó determinadamente para frenar el creci-- miento, fué el aspecto económico, no solo por el efecto inflacio-- nario que afectó directamente al consumidor, sino principalmente por la falta de capital de trabajo, que se dejó sentir no solo en la Industria del Aerosol, sino en la Industria Nacional en gene-- ral. En la Gráfica 4-8, se muestra la distribución del Mercado en el año de 1975. .

En el año de 1976, los problemas inflacionarios persistieron y la producción solamente aumentó en un 5 % con respecto a 1975 - rebasando con trabajo los 45 millones de unidades producidas. En los años siguientes, el crecimiento continuó lento, y fué hasta - 1979 cuando se rebasaron los 50 millones. La distribución del Mer-- cado en 1976 (Gráfica 4-9), aunque muy similar a la del año ante-- rior, tiene como dato interesante, el aumento del 2 % de la par-



Gráfica 4-8.- Composición del Mercado Nacional en 1975.

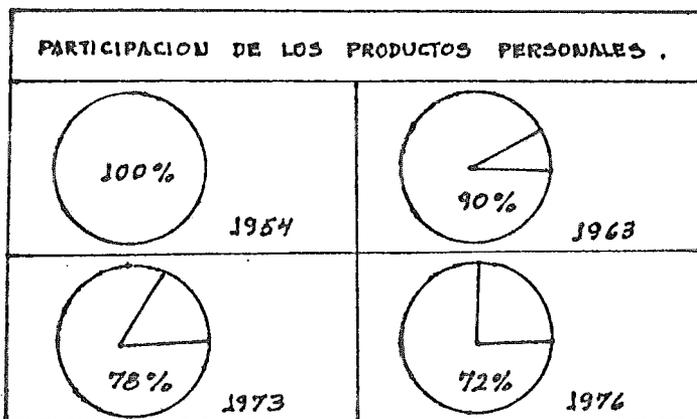


Gráfica 4-9.- Composición del Mercado Nacional en 1976.

ticipación de los Insecticidas y la baja del 5.6 % en la de los -  
Productos Personales.

Comparando las estadísticas de 1954 a 1976, se puede obser--  
var que, la participación de los Productos Personales ha ido de--  
creciendo (Gráfica 4-10), no por haber disminuido su producción,  
sino por el desarrollo de la Industria que paulatinamente vió au-  
mentado el consumo de las presentaciones en aerosol de otros pro-  
ductos diferentes.

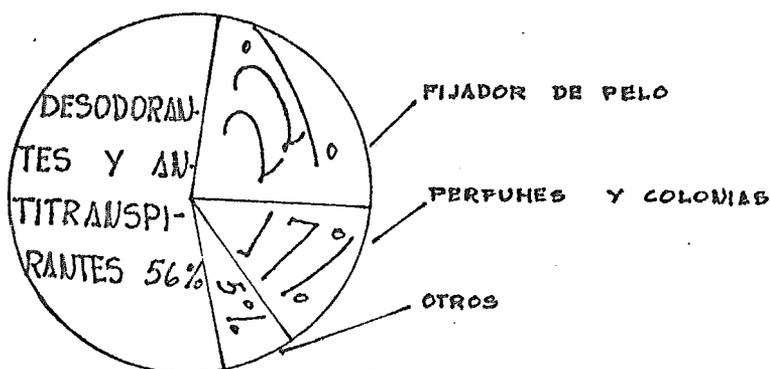
Otro aspecto interesante al observar las estadísticas, está



Gráfica 4-10.- Participación de los Productos Personales en el Mercado del Aerosol.

en la participación del Fijador de Pelo en los productos personales (Gráfica 4-11). En 1954 aportaba un 88 % disminuyendo a un 22 % en 1976. En la participación dentro del porcentaje total del Mercado del Aerosol, en el mismo lapso de tiempo, su participación bajó del 88 % al 15.8 %.

A la inversa se presenta el caso de los Desodorantes y Antitranspirantes: de un 0 % en 1954, aumentó a 56 % su participación



Gráfica 4-11.- Composición de los Productos Personales en 1976.

dentro de los Productos Personales y a 40.3 % en el Mercado Total.

¿Cual es la espina dorsal de la Industria del Aerosol? El -- 100 % en 1954, hasta el 72 % en 1976, señalan a los Productos Per-- sonales, dentro de los cuales desde 1973 se incluye a los Produc-- tos Farmacéuticos. Ante esta evidencia, está clara la importancia del Aerosol dentro de la Industria Cosmética, y aunque en México el Aerosol Farmacéutico no ha alcanzado el desarrollo adecuado co-- mo en otros países, su influencia en esta Industria irá en aumen-- to.

Si bien es cierto que la Industria del Aerosol en México es de las más jóvenes, no se puede dejar de reconocer que su creci-- miento ha sido impresionante y que su progreso ha venido colabo-- rando al desarrollo económico del País mediante la creación de -- fuentes de trabajo y, por la integración nacional que ha alcanza-- do, evita la fuga de divisas por concepto de importaciones de sus componentes básicos, los cuales en un principio se adquirirían del exterior. En la actualidad, la Industria del Aerosol está en con-- diciones de promover la exportación de sus productos, no solo el aerosol terminado, sino también sus componentes.

Entre los que componen la Industria del Aerosol, existen --- tres elementos importantes aparte de la empresas maquiladoras y -- las que laboran con sus propios equipos: los fabricantes de válvu-- las, envases y propelentes.

Para finales de 1976, existían en México, cuatro fabricantes de válvulas con una capacidad de producción instalada de aproxima-- damente 150 millones de unidades anuales, capacidad muy superior a las necesidades presentes y del futuro inmediato.

En lo referente al envase, se contaba con ocho fabricantes -- con una capacidad de producción instalada de aproximadamente 190 millones anuales, suficiente para satisfacer las necesidades inme-- diatas y mediatas de la Industria. Estos fabricantes cuentan con líneas de producción suficientemente versátiles para poder ofre--

cer al mercado envases de diferentes capacidades, con costuras -- tanto eléctricas como de Estaño, recubrimiento interior adecuado y acabado litográfico de primera.

Con respecto a los propelentes, se cuenta con todos los tipos requeridos: los Hidrocarburos, de los cuales se importaba alrededor del 70 % del total utilizado, porcentaje que ha ido disminuyendo gracias al auge de la Industria Petrolera en México; y -- los Fluorocarbonos, los cuales son fabricados en su totalidad en el País.

También están integrados a la Industria del Aerosol, los fabricantes de las materias primas que intervienen en la fabricación de los elementos arriba mencionados, por ejemplo: plásticos y empaques para válvulas; hojalata, Aluminio y vidrio para envases; Bisulfuro de Carbono, Tetracloruro de Carbono, Acido Sulfúrico, Acido Fluorhídrico y Cloro para propelentes, etc. Todas estas materias primas son de fabricación nacional.

Con base en los datos anteriores, se estimó que la inversión global involucrada en la Industria del Aerosol de México, tanto -- referente a materias primas directas como indirectas, equipo de -- llenado y capital de trabajo, ascendió a 1,000 millones de pesos en 1976 pretendiendo llegar para el siguiente año a cerca de los 2,000 millones.

Mencionando a las fuentes de trabajo que esta Industria creó para la fabricación de sus componentes básicos y llenado de aerosoles, se calculó la ocupación de aproximadamente mil trescientas personas, lo cual dió en promedio cinco mil quinientas personas -- que dependían de la Industria del Aerosol directamente. Los sueldos y salarios anuales se estimaron en más o menos sesenta millones de pesos.

Aplicando un valor promedio de veinticinco pesos por unidad al total producido en 1976, las ventas de productos en aerosol, -- alcanzaron casi los mil trescientos setente y cinco millones de --

pesos, enmarcando la importancia del Aerosol en la Industria Cosmética que novecientos noventa millones correspondían a los Productos Personales incluyendo los Productos Farmacéuticos. Para 1977, se estimó que la venta de Productos Personales en aerosol, podría llegar a mil ciento setenta millones de pesos.

El desarrollo de la Industria del Aerosol en México sigue en auge, no solo por el incremento en la producción, sino también -- por el aumento en el consumo "per cápita" que de 0.0007 en 1954, alcanzó un 0.9 en 1976; lo cual quiere decir que la gente conoce más de las conveniencias de un aerosol, además que el nivel económico de la población es mejor en un gran porcentaje de ella, lo -- que le permite poder decidir entre usar o no los aerosoles dependiendo de sus aplicaciones y no de su precio.

## B) ESTADÍSTICAS EN OTROS PAISES

Sin la intención de comparar la producción de aerosoles en -- otros países con la de México, debido a diferencias a nivel Socio económico entre ellos, señalamos algunas estadísticas, sobre todo para enmarcar la importancia del Aerosol en la Industria Mundial.

a) Argentina.-- En este país, se producen casi todos los mate-- riales de empaque y las materias primas que requiere la Industria del Aerosol, incluyendo excelentes líneas de llenado semi-automá-- tico. La capacidad de envasado instalada, satisface plenamente la demanda. El consumo "per cápita" en esta nación, ha aumentado de 2.2 en 1971 a 4.6 en 1975.

La producción argentina entre 1969 y 1975 (Gráfica 4-12), -- nos señala un marcado aumento en el consumo de Desodorantes Perso-- nales en aerosol. Los aerosoles farmacéuticos, después de una --- gran participación en 1969, bajaron esta y se han mantenido esta-- bles durante los siguientes años, (Gráfica 4-13).

b) Brasil.-- El análisis de la producción de aerosoles en el Brasil, debe basarse en la consideración de dos períodos: antes y

	1969	1971	1973	1974	1975
PRODUCTOS PERSONALES (DESODORANTES)	39.5% (15.4)	46.7% (28.1)	54.8% (37.3)	59.2% (38.9)	60.6% (39.1)
PRODUCTOS FARMACEUTICOS	7.2	3.9	4.4	4.7	4.4
PRODUCTOS HOGAR	49.1	38.9	34.8	27.9	26.1
HISCELANEOS	4.2	10.5	6.0	8.2	8.7

Gráfica 4-12.- Producción Argentina de Aerosoles (en %).

	1969	1971	1973	1974	1975
PRODUCTOS PERSONALES (DESODORANTES)	12.31 (4.8)	24.93 (15.0)	35.31 (24.0)	51.0 (35.0)	70.0 (45.0)
PRODUCTOS FARMACEUTICOS	2.25	2.1	2.8	4.0	5.0
PRODUCTOS HOGAR	15.31	20.75	22.41	24.0	30.00
HISCELANEOS	1.33	5.62	3.76	7.0	10.0
TOTAL	31.2	53.4	64.34	90.0	115.0

Gráfica 4-13.- Producción Argentina de Aerosoles (en millones de unidades).

después de 1973.

De 1968 a 1973, los Insecticidas abarcan el mayor porcentaje de producción. En 1973 el gobierno expide un decreto reduciendo los impuestos del 50 % al 30 y al 10 %; esto favorece al grupo cosmético y a la mayoría de los Productos Personales, registrándose un incremento del 50 % en el total de las ventas de los productos en aerosol (Gráfica 4-14).

De 1974 en adelante, los productos Personales ocupan el primer lugar en el campo del aerosol. También es importante notar que el total de las ventas de aerosoles registra un incremento de casi 40 % de 1973 a 1974 (Gráfica 4-15).

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
PRODUCTOS PERSONALES	5.0	6.0	8.0	10.0	13.0	20.0	30.0	43.0	55.0	73.0
PRODUCCION TOTAL	21	27	31	34	41	63	87	109	129	158

Gráfica 4-14.- Producción Brasileña (en millones de unidades).

	1973	1973	1974	1974
PRODUCTOS PERSONALES (DESODORANTES)	19.6 (11.8)	31.3 (18.9)	29.4 (17.8)	33.9 (20.2)
PRODUCTOS FARMACEUTICOS	2.5	4.0	3.5	4.0
PRODUCTOS HOGAR	7.82	12.5	10.83	12.5
INSECTICIDAS	23.0	36.8	29.0	33.5
MISCELANEOS	9.6	15.4	13.9	16.1
TOTALES	62.52	100	86.63	100
	MILLONES UNIDADES	%	MILLONES UNIDADES	%

Gráfica 4-15.- Distribución del Aerosol en Brasil (1973 y 1974).

c) Europa.— Se toma como base al año de 1973, el cual tubo un incremento total del 15.6 % en la producción con respecto a 1972 (Gráfica 4-16) y se calculó en tan solo un 3 % el aumento para 1974, efecto de la inflación mundial ocurrida en ese año.

Los países nombrados representan el 70 % de la producción total europea y "los otros" son predominantemente países de Europa Oriental, los cuales aún teniendo un consumo bajo por persona, marca un área de crecimiento muy potente.

La baja en la producción de Suiza, pese a tener el consumo "per capita" más alto de toda Europa, se mostraba interesante, ya que marcaba la posibilidad de llegar a un máximo en la producción de productos en aerosol de acuerdo a la población que al no tener incremento en su número, no consumió más aerosoles.

PAIS	1973	CONSUMO "PER CAPITA"	1972	RELACION 72-73
ALEMANIA OCC.	397	6.46	389	2%
REINO UNIDO	438	7.92	361	21%
FRANCIA	394	7.65	320	23%
ITALIA	186	3.44	173	7%
HOLANDA	137	10.33	120	14%
ESPAÑA	99	2.92	68	46%
SUIZA	69	9.36	60	-2%
SUECIA	24	2.69	23	4%
OTROS	397	1.40	328	21%
TOTAL	2131	4.58	1843	18.6%

Gráfica 4-16.- Producción Europea (en millones de unidades)

PAIS	PRODUCTOS PERSONALES	PRODUCTOS HOGAR	OTROS
ALEMANIA OCC.	300	43	54
REINO UNIDO	272	96	70
FRANCIA	290	47	57
ITALIA	109	25	52
HOLANDA	42	54	41
ESPAÑA	59	13	27
SUIZA	43	11	5
SUECIA	17	1	6
TOTAL	1132	290	312

Gráfica 4-17.- Distribución de la Producción Europea en 1973  
(en millones de unidades)

También en los países de Europa, los Productos Personales --  
tienen una elevada participación en la producción de aerosoles --

PAIS	FIJADOR PELO	DESOD. Y AUTITRANSPIRANTES	COLONIAS Y PERFUMES	FARMA- CEUTICOS	CREMA DE AFEITAR	OTROS
ALEMANIA OCC.	140	124	22	14	—	—
REINO UNIDO	133	70	30	14	15	10
FRANCIA	113	42	78	32	13	13
ITALIA	58	28	1	8	13	2
HOLANDA	24	18	—	0.4	—	—
ESPAÑA	26	22	3	4	3	—
SUIZA	17	23	2.2	0.6	—	—
SUECIA	8	6	—	0.6	0.06	2.6
TOTAL	519	333	136	74	44	28

Gráfica 4-18.- Composición de los Productos Personales en Europa durante 1973 (en millones de unidades).

(Gráfica 4-17): durante 1973, el 65 % del total producido, correspondió a estos productos, los cuales incluían a los Productos Farmacéuticos (Gráfica 4-18) que representaron un 4.5 % del total.

d) Estados Unidos.- Comenzando esencialmente desde cero en los años 40, la Industria del Aerosol en este país ha evolucionado

	1965	1968	1970	1972	1974
PRODUCTOS PERSONALES	895	1187	1417	1447	1602
PRODUCTOS DOMESTICOS	519	632	629	701	752
INSECTICIDAS	79	103	129	136	150
PRODUCTOS VETERINARIOS	10	12	12	16	20
ALIMENTOS	130	116	118	112	120
OTROS	257	339	417	485	540
TOTAL	1890	2389	2722	2897	3184

Gráfica 4-19.- Producción de Aerosoles en E.U. (en millones de unidades).

do hasta convertirse en un negocio multibillonario (en dolares) - gracias al aumento constante en la producción de aerosoles (Gráfica 4-19), en la cual, los Productos Personales incluyendo a los - Productos Farmacéuticos, también tienen gran importancia (Gráfica 4-20) al contribuir con un 50 % del total producido.

	1965	1968	1970	1972	1974
PRODUCTOS PARA EL PELO	441	488	497	471	515
DESODORANTES Y ANTITRANSPIRANTES	166	329	482	524	595
CREMA DE AFEITAR	131	161	154	176	190
COLONIAS Y PERFUMES	77	111	147	137	146
PRODUCTOS FARMACEUTICOS	50	62	65	68	78
OTROS	30	46	72	71	78

Gráfica 4-20.- Distribución de los Productos Personales en E.U.  
(en millones de unidades).

RESUMEN

En 1980, la Industria del Aerosol en México festeja sus 25 años de vida; existencia en la cual se presentaron espléndidas etapas de crecimiento como las vividas entre 1954 y 1974; y etapas problemáticas, como las experimentadas entre 1975 y 1979, debido a retrasos en la producción por falta de materias primas o disminución en las ventas por causa de la inflación mundial, sumándose a esto, el efecto general causado por la Teoría de Rowland y Molina.

No obstante, 1980 representa un repunte de la Industria Mexicana del Aerosol, y así, de un 5 % de crecimiento promedio obtenido de 1976 hasta 1979, se ha calculado que este año se alcanzará un 30 % de aumento en las unidades producidas con respecto al año anterior, basándose para este cálculo, en los programas de abastecimiento presentes y futuros inmediatos por parte de los proveedores nacionales de envases y propelentes.

Suponiendo un precio promedio por unidad de 50 pesos, las ventas generadas por esta Industria, alcanzarán 3,200 millones de pesos, correspondiendo unos 1,950 millones a los Productos Personales, los cuales incluyen a los aerosoles cosméticos y farmacéuticos; es decir, no obstante el auge de diversos productos en aerosol como los Insecticidas, los Productos Personales siguen siendo la base en la producción de aerosoles, como se puede observar en las estadísticas de años anteriores, no solo Nacionales, sino también en las de los otros países.

La participación porcentual de los Productos Personales en la producción de aerosoles, ha ido disminuyendo desde un 100 % en 1954, a un 72 % en 1976, hasta un 60 % esperado para 1980. Estos resultados, no deben causar conclusiones erróneas sobre la impor-

tancia de los Productos Personales en la Industria del Aerosol, -- ya que esta baja se debe, más que a una disminución del consumo -- de estos productos, el cual para 1980 aumentará en un 20 % con -- respecto a 1979, a la formulación como aerosoles de nuevos productos principalmente para uso industrial, así como al aumento en la producción de otros, por ejemplo: los Insecticidas, los cuales en 1979, participaron con un 29 % en la producción total.

Fuertes ataques ha recibido el aerosol a partir de la aparición de la Teoría Rowland-Molina acerca de los Fluorocarbonos, -- hasta tratar de desacreditarlo como uno de los grandes inventos -- útiles del Siglo XX. Los datos de esta Teoría mal manejados, dieron como resultado las publicaciones alarmistas de que los aerosoles provocan cáncer en la piel, que son perjudiciales a la salud humana, etc...

Considerando al aerosol tan solo como una presentación comercial, el cual contiene un producto con determinadas propiedades o refiriéndose a una forma farmacéutica en caso que este producto -- posea propiedades terapéuticas; y recordando que la Teoría de Rowland-Molina, se refiere únicamente a la acción de los propelentes fluorocarbonados estables (11, 12 y 114 principalmente), en la capa atmosférica de Ozono: debe quedar bién claro, que los aerosoles no causan cáncer y no dañan la salud humana manejados adecuadamente, sino que uno de sus componentes, el propelente si es -- fluorocarbonado, a través de su acción no comprobada totalmente -- de destrucción del Ozono, puede aumentar el paso de rayos Ultra--violeta provenientes del Sol, que son los causantes directos de -- la mayoría de casos de Cáncer en la piel.

Mientras se continúan con los estudios necesarios para poder determinar si la Teoría de Rowland y Molina, debe ser aceptada o rechazada, se debe recordar que existen otros tipos de propelentes que pueden servir de sustitutos para evitar el uso excesivo -- de los Fluorocarbonos.

La Industria del Aerosol Nacional, está preparada para cualesquiera que sea el resultado de la controversia Fluorocarbono/Ozono, no solo planeando, sino actuando, y así en México, el 70 % de todos los aerosoles ya usan Hidrocarburos como propelentes, -- los cuales no dañan la salud humana, ni atacan la composición de la atmósfera; en Estados Unidos, existen varios estados que han -- prohibido el uso de estos gases.

.Va.

COMENTARIOS

Es necesario recalcar, para que quede bien comprendido, que al aerosol no se le debe considerar tan solo como un producto comercial de lujo, ya que aunque genera utilidades a los fabricantes como lo hacen diversos descubrimientos científicos al comercializarlos, es también el resultado de estudios y experimentos -- con base en fundamentos fisicoquímicos.

Para su elaboración, se debe tomar en cuenta las presiones -- de vapor de los propelentes y de sus mezclas, para poder utilizar los adecuadamente y poder obtener el rocío requerido para el producto. La estabilidad química de sus componentes, se debe conocer con exactitud, para poder evitar variaciones en composición y -- olor, esta última característica, de gran importancia para la mayoría de aerosoles cosméticos. La solubilidad entre diluyentes, -- propelentes y materias activas, se debe tomar en cuenta para poder establecer las condiciones del producto y los resultados esperados, ya sea como aspersiones, espumas o como polvos. De gran importancia es la toxicidad de los componentes del aerosol, principalmente de los aerosoles farmacéuticos, ya que al aplicarlos, o una parte es aspirada por el hombre o se utilizan directamente en su cuerpo.

El aerosol como producto útil a la humanidad, tiene cerca de 40 años de existencia, desde que fué utilizado para combatir a -- los insectos por las tropas norteamericanas. La gran variedad de productos formulados en esta presentación, han aumentado su impor-- tancia en la vida diaria. Al igual que otros adelantos modernos, el aerosol también creó oposición, aduciendo entre otras cosas, -- que son productos de mayor costo en comparación con productos no presentados en aerosol. Al analizar las ventajas que presenta el uso de aerosoles, por ejemplo en los aerosoles farmacéuticos, es-- te punto queda debidamente justificado: ventajas en su conserva-- ción, al no tener contacto con el medio ambiente; en su aplica--- ción al no causar dolor en curaciones tópicas; en su dosificación al emplear válvulas medidoras; y en su efecto, al tener absorción rápida en tratamientos contra el asma; etc...

Por lo tanto y tomando en cuenta lo anterior, el aerosol ba-- sado en sus adelantos científicos y defendiéndose adecuadamente -- de los ataques que ha recibido, se ha convertido en un factor im-- portante, no solo para la Industria Cosmética y Farmacéutica so--- bre todo por la aportación económica que para ella representa, si no para todos los niveles socio-económicos de la humanidad.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Vol. 2  
Marcel Dekker Inc.  
New York, USA 1977
- 2.- Farmacia Práctica de Remington, 2a. Edición  
Martin, Cook.  
U.T.E.H.A.  
México. 1965
- 3.- Enciclopedia de Tecnología Química, Tomo 5  
Raymond E. Kirk y Donald F. Othmer  
U.T.E.H.A.  
México. 1966
- 4.- Enciclopedia de Tecnología Química, tomo 6  
Raymond E. Kirk y Donald F. Othmer  
U.T.E.H.A.  
México. 1966
- 5.- Enciclopedia de Tecnología Química, tomo 14  
Raymond E. Kirk y Donald F. Othmer  
U.T.E.H.A.  
México. 1966
- 6.- Enciclopedia Ilustrada Cumbre, 6a Edición, Tomo 1 A  
Editorial Cumbre, SA.  
México. 1966
- 7.- Enciclopedia Salvat, Ciencia Y Tecnología, Tomo 1  
Salvat Editores, SA  
Barcelona, España 1968
- 8.- Enciclopedia Salvat, Ciencia Y Tecnología, Tomo 3  
Salvat Editores, SA.  
Barcelona, España 1968

- 9.- Química Física  
Gordon M. Barrow  
Editorial Reverté, SA.  
México. 1968
- 10.- Fundamentos de Fisicoquímica  
Samuel H. Maron / Carl F. Prutton  
Editorial Limusa  
México. 1973
- 11.- Fisico Química  
Gilbert W. Castellan  
Fondo Educativo Interamericano, SA.  
México. 1976
- 12.- Fisicoquímica Fundamental  
Samuel H. Maron / Jerome B. Lando  
Editorial Limusa  
México. 1978
- 13.- Aerosol Age  
Vol. 21, No. 5, May 1976
- 14.- Aerosol Age  
Vol. 21, No. 6, June 1976
- 15.- Aerosol Age  
Vol. 21, No. 7, July 1976
- 16.- Aerosol Age  
Vol. 21, No. 8, August 1976
- 17.- Perfumeria Moderna  
Año I, Num. 2, Julio 1969
- 18.- Perfumeria Moderna  
Año III, Num. 34, Marzo 1972
- 19.- Perfumeria Moderna  
Año VI, Num. 68, Enero 1975
- 20.- Perfumeria Moderna  
Año VI, Num. 70, Marzo 1975

- 21.- Perfumeria Moderna  
Año VII, Num. 74, Julio 1975
- 22.- Perfumeria Moderna  
Año VII, Num. 76, Septiembre 1975
- 23.- Perfumeria Moderna  
Año VII, Num. 77, Octubre 1975
- 24.- Perfumeria Moderna  
Año VII, Num. 78, Noviembre 1975
- 25.- Perfumeria Moderna  
Año VII, Num. 80, Enero 1976
- 26.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 85, Junio 1976
- 27.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 86, Julio 1976
- 28.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 89, Octubre 1976
- 29.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 90, Noviembre 1976
- 30.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 91, Diciembre 1976
- 31.- Perfumeria Moderna  
Año VIII, Num. 93, Febrero 1977
- 32.- Artículo: Información sobre Aerosoles  
Distribuido por Lucta Mexicana, SA.  
Fabricante de Aromas y Fragancias
- 33.- Conferencia: VI Seminario Nacional de la Industria del Aero-  
sol.- Instituto Mexicano del Aerosol, AC  
Agosto 1979
- 34.- Conferencia: VII Seminario Nacional de la Industria del Aero-  
sol.- Instituto Mexicano del Aerosol, AC  
Agosto 1980