

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

**Los Silicones y sus Aplicaciones Prácticas  
en  
El Laboratorio, Farmacia y Terapéutica**

TESIS DOCTORAL

PRESENTADA POR

**LUZ MARTINEZ DE MIRALDA**

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C. A.

1961



547.08  
M385n  
1961  
F. C. C. Q. Q.  
2.3

UES BIBLIOTECA CENTRAL  
  
INVENTARIO: 10123387

049990

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector:

Doctor Napoleón Rodríguez Ruíz

Secretario General:

Doctor Roberto Emilio Cuéllar Milla

-----oOoOoOoO-----

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

Decano:

Doctor Francisco González Suvillaga

Secretario:

Doctor Roberto A. Machado

JURADOS QUE PRACTICARON LOS EXAMENES

DEL DOCTORAMIENTO

Primer Examen de Doctoramiento Privado

Presidente: Dr. Raúl Montoya Parada  
Primer Vocal: Dr. León Trujillo y Ortíz  
Segundo Vocal: Dr. Roberto A. Machacho

Segundo Examen de Doctoramiento Privado

Presidente: Dr. Julio César Morán Ramírez  
Primer Vocal: Dr. Francisco Alonso Martínez  
Segundo Vocal: Dr. Francisco González Suvillaga

Doctoramiento Público

Presidente: Dr. Manuel Salinas Ariz  
Primer Vocal: Dr. Mario Atilio Herrera  
Segundo Vocal: Dr. Carlos Mata Gavidia

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:

Eduardo Martínez

A mi madre:

Inés Bermúdez v. de Martínez

A mi esposo:

Rodolfo Eliud Miralda

A mi hijo:

Rodolfo Eliud Miralda h.

A mis hermanos:

José Armando Martínez y Señora

Roberto Martínez y Señora

Eduardo Martínez y Señora

Noé Martínez

A mis suegros:

Ulises Miralda

Dolores García de Miralda

Al Doctor Manuel Salinas Ariz con todo agradecimiento  
y a los Laboratorios "ARSAL"

A mis Profesores, Amigos y Compañeros

## I N T R O D U C C I O N

La historia de los silicones comienza en 1870, siendo sus primeros investigadores los químicos Lademberg en Alemania y Grignard en Francia. Años más tarde, en 1899 y 1941, el profesor F. S. Kipping de la Universidad de Nottingham, continuó las investigaciones acerca de ellos, descubriendo que pueden ser introducidos radicales orgánicos en los átomos de silicio mediante los compuestos de Grignard, formando cadenas Silicio-Oxígeno de estructura análoga a la de las cetonas, por lo que les dió el nombre de silicones o siliconas. Son pues compuestos organosilícicos polimerizados, a los cuales se les puede dar una estructura general:  $-O-SiR_2-O-SiR_2-O-SiR_2-O-$  en donde R es, generalmente un grupo metilo, etilo o fenilo.

Las aplicaciones de estos compuestos en la industria son innumerables, tanto en la fabricación de aeronaves, como en Farmacia, panadería, albañilería, pintura, etc., donde, aún estando en vías de investigación, han dado resultados muy prometedores.

Debido a que los estudios de investigación de los silicones han sido realizados en países de habla inglesa, alemana o francesa, su conocimiento no está aún bien difundido en los países hispanos.

Convencida de la importancia práctica de estos compuestos y queriendo contribuir en algo a su conocimiento en nuestro medio, los he tomado como tema para mi trabajo de Tesis que he titulado "Los Silicones y sus Aplicaciones Prácticas en el Laboratorio, Farmacia y Terapéutica" y comprende un estudio acerca de su composición química, preparación, propiedades físicas y químicas, toxicología y aplicaciones en Farmacia, Terapéutica, Laboratorio y Cosmética.

## CONSTITUCION QUIMICA DE LOS SILICONES. SU OBTENCION.

### A) CONSTITUCION QUIMICA:

Las moléculas de silicones están formadas por una repetición de unidades de Si-O-Si, de donde deriva su interesante estabilidad e inercia. Uno o dos tipos de radicales orgánicos pueden ser ligados a cada átomo de silicio; esas unidades simultáneamente enlazadas forman un polímero; la viscosidad de estos compuestos puede variar de 0.65 a 100.000 centistokes (cks. medida de viscosidad)-o más, con el creciente aumento de la longitud de cadena y del peso molecular. El primero y último átomo de silicio puede cerrarse en anillo por medio de un átomo de oxígeno, produciéndose de este modo un polímero cíclico con propiedades diferentes.

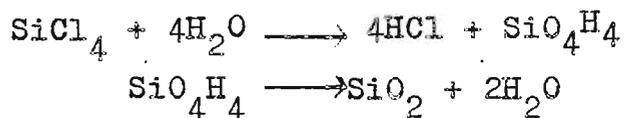
Si se enlazan en cruz los átomos de silicio de cadenas separadas, se obtienen resinas duras y quebradizas.

### B) OBTENCION:

Para la preparación de los silicones se parte de la arena; que es convertida directamente a tetracloruro de silicio, calentando con carbón a 1000°C., y haciendo pasar una corriente de cloro,



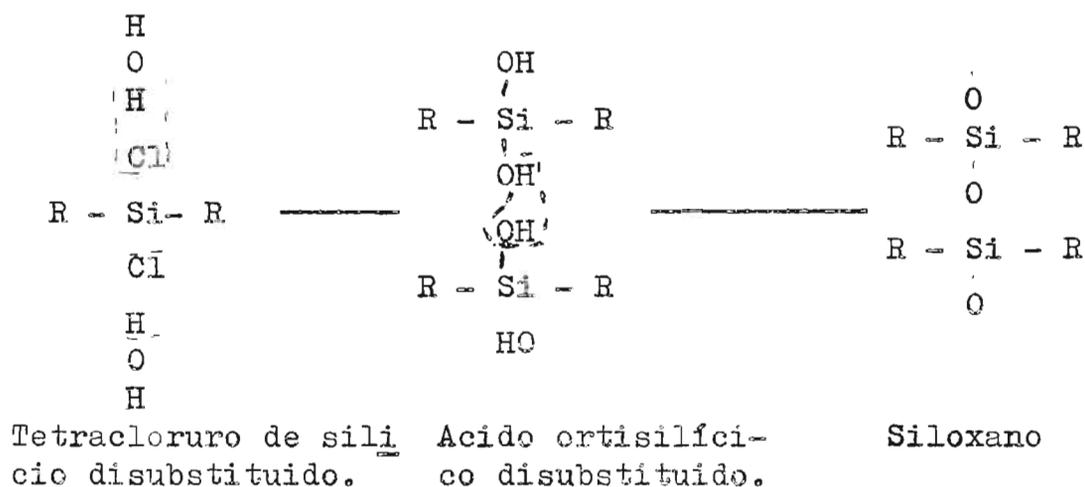
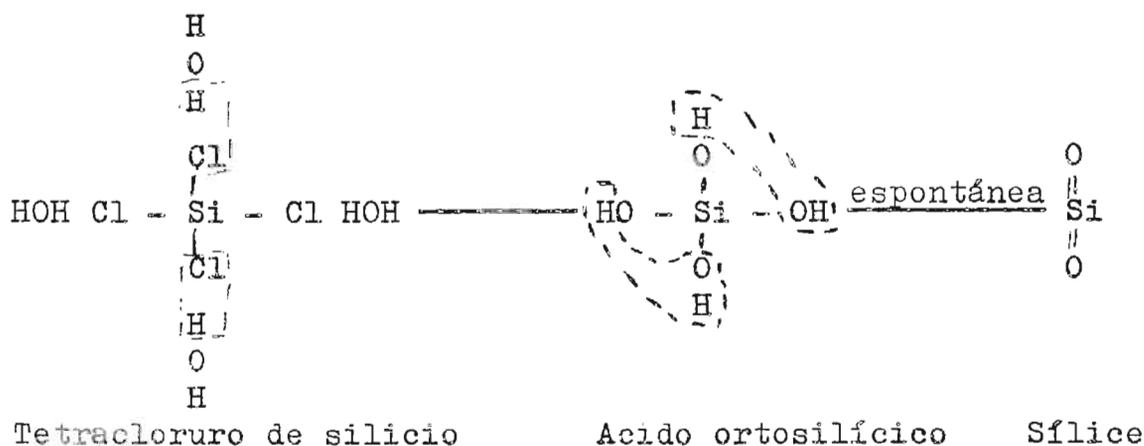
El tetracloruro de silicio reacciona muy bien con el agua o con el vapor de agua, produciendo humos abundantes de ácido clorhídrico, resultando ácido ortosilícico inestable, que sufre una condensación espontánea, dando dióxido de silicio:



### Etapas del método de fabricación de los silicones.-

1) Preparación de las unidades funcionales de los elementos organo-substituidos, del silicio o del tetracloruro de silicio por ejemplo:  $\text{R}_3\text{SiCl}$  (mono-),  $\text{R}_2\text{SiCl}_2$  (di-), y  $\text{RSiCl}_3$  (trifuncional).

2) Polimerización de esas unidades mediante reacciones con el agua:



Todos los métodos usados en la fabricación comercial producen una mezcla de polímeros, dependiendo las proporciones relativas de los reactivos y de las condiciones de reacción. La separación individual de los polímeros es una costosa y difícil operación que se lleva a cabo normalmente por destilación fraccionada.

PRODUCCION DE ORGANO-SUBSTITUIDOS SILICIO CLORUROS.

La presencia de enlace silícico-carbono, imparte ciertas propiedades útiles, tales como solubilidad en solventes orgánicos. Hay

varios métodos de preparar unidades organo-silícicas, dos de los cuales describiré brevemente:

1) Proceso Directo:

Este importante método fué descrito por Rochow en 1945: consiste en calentar silicio en polvo, en presencia de cobre en polvo a 300°C., y haciendo pasar cloruro de metilo gaseoso. De esta reacción son separados por destilación fraccionaria.

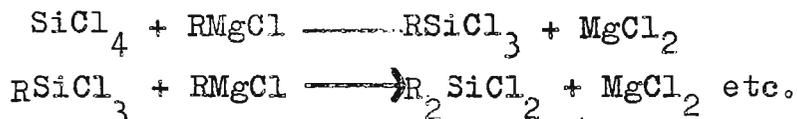
2) Proceso de Grignard:

Kipping fué el primero en describir el uso de los cloruro organomagnesianos (Compuestos de Grignard) en la preparación de enlaces organo-silícicos. El compuesto de Grignard es preparado empacando pedacitos o virutas de magnesio en éter seco u otro solvente conveniente, mientras se va agregando lentamente un preparado orgánico halogenado, el cual forma un compuesto de adición con el metal.



El tetracloruro de silicio disuelto en éter, es agregado lentamente a la mezcla, y uno por uno los átomos de cloro en el silicio son reemplazados por los radicales orgánicos, con la simultánea precipitación de cloruro de magnesio.

La sustitución de los átomos de cloro por los radicales orgánicos, puede ser activada proveyendo suficiente compuesto de Grignard:



Los componentes de la mezcla resultante son separados por destilación fraccionada, pudiendo aislarse por filtración el cloruro de magnesio precipitado.

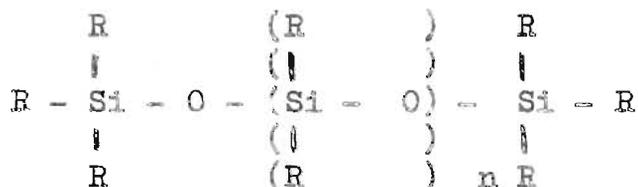
Los dos métodos descritos son usados en fabricación comercial, teniendo cada uno sus ventajas y desventajas; la selección -

del método es determinada por la naturaleza de los reactivos requeridos.

POLIMERIZACION.

A) Enlace de cadenas Lineales y Cíclicas

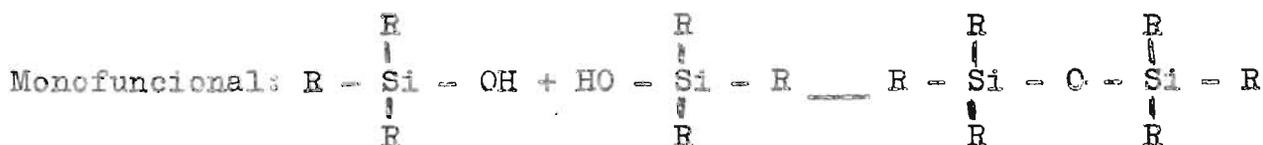
Ejemplo de un compuesto polímero:

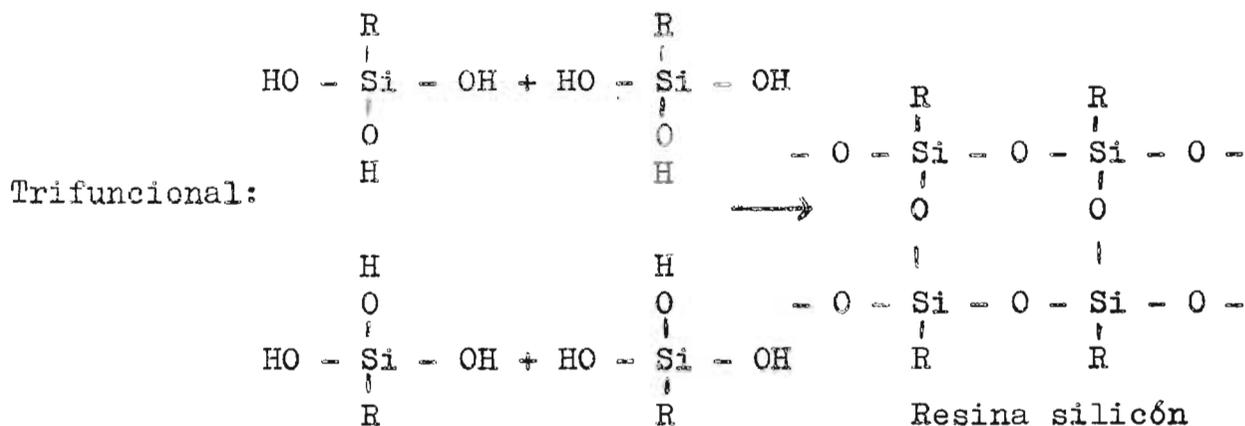
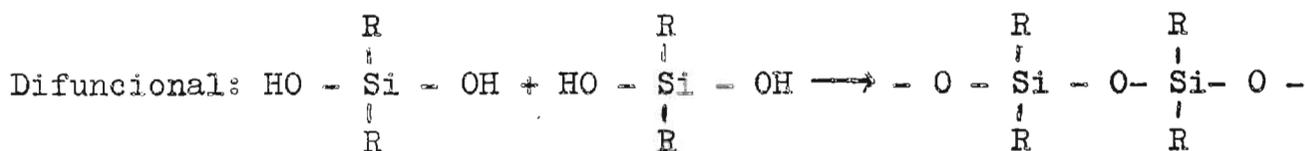


El método comunmente indicado para la polimerización del siloxano, es aquel que se produce por una condensación espontánea de hidroxilos, los cuales reemplazan los radicales cloros, cuando un organo-substituido silicio-cloro gotea dentro del agua. Las unidades ligadas a un átomo de oxígeno forman una larga cadena polímera.

No es posible obtener como producto final una molécula enorme debido a dos factores que aparecen e interfieren el proceso de reacción. Primeramente, como la polimerización continúa, el número de unidades potencialmente activas disminuye, y así el choque accidental entre ellas decrece. Segundo, el producto se vuelve más viscoso a medida que la longitud de cadena aumenta; el movimiento de las moléculas disminuye lentamente, reduciéndose otra vez la frecuencia y número de choques accidentales.

En la práctica es posible detener el curso de la polimerización durante alguna de las etapas; para ajustar las condiciones reaccionantes se le puede agregar mediante ingeniosa técnica una pequeña porción de unidades monofuncionales.





Ambos polímeros, lineales y cíclicos, son silicones fluidos; los polímeros lineales en que los radicales orgánicos son únicamente grupos metilos, son conocidos como fluidos dimetilos, teniendo una viscosidad que varía con la longitud de cadena. Los fluidos son los componentes básicos de los silicones compuestos y de los silicones gomosos.

### Polímeros cíclicos:

Los polímeros cíclicos son formados, preferentemente, cuando la reacción es llevada a cabo en presencia de un fuerte catalizador y de un solvente orgánico. Los productos contienen una porción limitada de polímeros lineales presentándose luego el problema de su separación.

Uno de los métodos experimentados acerca de la condensación ulterior de los componentes no cíclicos, así como el crecimiento de la longitud de cadena, peso molecular y punto de ebullición, es destilar los polímeros cíclicos y dejar los polímeros lineales como residuo.

### Polímeros Lineales:

Los polímeros lineales, que son comercialmente más importantes que los cíclicos son eliminados por destilación.

#### Cadenas con enlaces cruzados:

El método de polimerización de cadena con enlaces cruzados es idéntico al que se usa para la preparación de los polímeros lineales y cíclicos, pero cada átomo de silicio reaccionante posee tres radicales funcionales y de este modo la ligación puede ocurrir en tres direcciones (ver página anterior); el producto de la reacción será una resina dura y frágil, pero es práctica usual, para impartir una medida de flexibilidad, introducir una porción de unidades conteniendo sólo dos radicales funcionales, las cuales producen polímeros lineales y cíclicos para atenuar el enlace cruzado.

#### PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS

##### A) Silicones Fluidos:

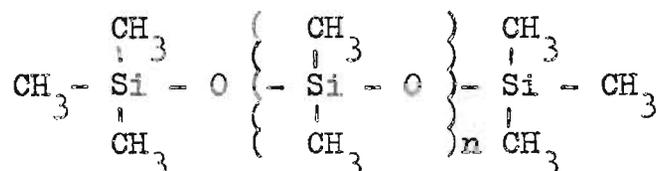
Los silicones fluidos son líquidos claros, untuosos al tacto de propiedades físicas y químicas definidas, una de las cuales es la poca modificación de su viscosidad con los cambios de temperatura, así como también sus propiedades lubricantes a bajas y altas temperaturas. Son insolubles en agua y altamente acuo-repelentes, propiedades que transmiten a superficies tratadas previamente con ellos, así se produce actualmente vidrio y papel repelente a la humedad. Aunque los silicones fluidos ofrecen una barrera para el agua no impiden el paso del vapor de agua y por lo tanto, no pueden ser empleados para prevenir mohos.

Debido a sus propiedades antiespumantes se emplean en la fabricación de pinturas.

Pueden ser divididos en dos grupos:

- a) Fluidos dimetilsiloxanos
- b) Otros fluidos polisiloxanos

Los primeros, son los silicones fluidos más simples y comercialmente más importantes. El esqueleto de estos fluidos es artificial, compuesto de unidades polimerizadas, cada una de las cuales tiene dos grupos metilo y dos átomos de O ligados a un átomo de silicio.



I) Propiedades Químicas: Son completamente estables en el aire a temperaturas hasta de 150°C.; a 200°C. son también estables pero en ausencia de oxígeno. Arriba de 250°C. son inestables, aún en ausencia de O, lo cual tiene la propiedad de incrementar la viscosidad.

Por acción del hierro y del cloruro de aluminio los polímeros lineales se convierten en geles gomosos con enlaces cruzados. No tienen efecto sobre los metales, incluyendo el Fe, Cu, Al, Zn, Ag, Sn, Pb, y Cr; forman ésteres con algunos ácidos concentrados.

Hules orgánicos revestidos de una película de silicón son más resistentes y acuo-repelentes.

II) Propiedades físicas: Cada fluido dimetilo difiere de los otros en su estructura química por el número de unidades siloxano en la molécula. Son distinguibles usualmente por la viscosidad, la cual es, a su vez influenciada por la longitud de la cadena.

Los fluidos de viscosidad intermedia pueden ser obtenidos mezclando las muestras de viscosidad corriente. Estos fluidos son extraordinariamente no volátiles.

Grado de viscosidad- (cks.a 25°C.)	Puntos de Congelación °C.	Gravedad específica (a 25°C.)	Indice de Refracción (a 25°C.)	Lb./gal. (a 25°C.)
0.65	-68	0.761	1.375	6.33
5.0	-65	0.918	1.397	7.67
50	-55	0.955	1.402	7.93
500	-50	0.972	1.4033	8.11
15.000	-46+	0.973	1.4035	8.12
30.000	-44+	0.973	1.4035	8.12

+ = Punto de solificación.

El cambio de viscosidad con la temperatura es bajo cuando se compara con el aceite de petróleo.

Temperatura °C.	Viscosidad (cks.)	
	Silicón fluido Aceite de Petróleo	
100	40	11
38	100	100
-18	350	11.000
-37	660	230.000

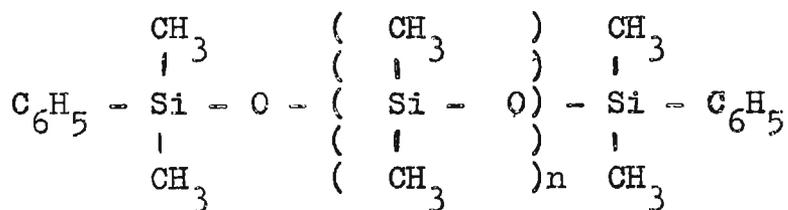
La relación entre la longitud de la cadena de los fluidos lineales dimetilo  $(CH_3)_3-Si-O-\{Si(CH_3)_2-O\}_n-Si(CH_3)_3$  y algunas de sus propiedades físicas se ven en la tabla siguiente:

n	0	4	14	90	210	350
Viscosidad (cks./25°C.)	0.65	2.63	10	100	350	1000
Punto de ebullición(°C./mm)	99.75/760	142/20	200/0.5	+	+	+
Tensión superficial(dinas/cm)	14.8	17.4	20.1	20.9	21.1	21.1
Densidad	0.761	0.887	0.937	0.965	0.969	0.970

+ = No volátil.

Los fluidos dimetilos son todos claros, brillantes, insípidos y neutros. La tensión superficial varía con la viscosidad pero es relativamente baja para todos. La solubilidad al igual que la tensión superficial varía con la viscosidad, son insolubles en agua, metanol, parafina y aceites vegetales. Entre los solventes más empleados está el benceno, cloroformo, tetracloruro de carbono, éter ordinario, tolueno, acetato de amilo.

B) Otros fluidos polisiloxanos: consisten en un radical metilo y fenilo ligados con dos átomos de oxígeno al átomo de silicio:



La presencia del grupo fenilo imparte una mejor resistencia a la oxidación, provee propiedades lubricantes y una mejor estabilidad a alta temperatura; al contrario de los fluidos dimetilo.

En este grupo cabe mencionar el DC 555, compatible con: etanol al 95%, cera, monoestereato de glicerilo, lanolina, aceite mineral, propilen glicol, aceite de sésamo, ácido esteárico, etc., al contrario de los fluidos dimetilos, que son incompatibles con todos estos materiales, además del agua y glicerina.

### C) RESINAS DE SILICON.

Enlazando en cruz las cadenas polímeras, da, como producto final, una resina cuyas propiedades más importantes son: estabilidad al calor, repelencia al agua, y propiedades dieléctricas.

Son interesantes sus usos en pinturas protectoras de plantas químicas, y en tratamientos para moldes, en la industria de la panadería, ya que evita que se pegue el pan. Estas resinas -

han sido expuestas a temperaturas de 375°C. durante 20 horas sin mostrar cambios.

#### D) MASILLAS FUERTES

Este material es plástico, suave, de consistencia hilante.

#### E) HULE DE SILICON

El hule de silicón se obtiene tratando el producto por hidrólisis de un purísimo dimetil diclorosilano, empleando agentes efectivos para aumentar el peso molecular sin necesidad de emplear el enlace cruzado. Estos agentes efectivos tienen el poder de abrir unos pocos enlaces de cadena silicio-oxígeno y por este medio se acomoda de nuevo el polímero.

El hule se prepara moliendo juntamente un polímero dimetílico, un vehículo inorgánico, un vulcanizador que actúa como catalizador y la goma. Variando el tipo y la cantidad de estos agentes se alteran las propiedades físicas, químicas y eléctricas, por ejemplo: la fuerza tensora y de rompimiento, la elongación y resistencia al agua y al aceite. Además se pueden emplear pequeñas cantidades de pigmentos inorgánicos para obtener el color deseado. El hule silicón puede estirarse, rebotar como el hule orgánico y ser repelente al agua; la única manera de poderlos diferenciar es quemándolos; el hule corriente arde con una llama que produce humo, dejando menos del cinco por ciento de cenizas; en cambio el hule de silicón se quema difícilmente, produciendo una llama de humo blanco y dejando más o menos el noventa por ciento de cenizas.

Se le puede prensar en hojas de cualquier espesor; y sometido a altas y prolongadas temperaturas resultan hules más resistentes, lo que los diferencia de otros hules, además de su inercia química.

También resisten mejor al ambiente, al envejecimiento y al ozono, y permanecen utilizables a temperatura de  $-60^{\circ}\text{C}.$ , hasta  $-90^{\circ}\text{C}.$ ; en casos especiales el hule de silicón resiste calentamientos hasta de  $180^{\circ}\text{C}.$  por períodos indefinidos, o pueden someterse a  $250^{\circ}\text{C}.$  y  $300^{\circ}\text{C}.$  por períodos cortos. El calentamiento a  $400^{\circ}\text{C}.$ , finalmente, trae la descomposición del material, volviéndose inerte, no inflamable y el residuo mal conductor.

El hule de silicón puede mantenerse en contacto con una variedad de materias químicas, y en general resistir agentes oxidantes, ácidos y bases fuertes, solventes clorados, hidrocarburos bajos y agentes reductores, en cuyas circunstancias pueden hincharse, alterar su dureza o dar señales de rápido deterioro.

Por último los hules de silicón permiten la difusión de gases en una medida más alta que otros hules. Sus superficies, no son adhesivas a muchas sustancias pegajosas, y no permiten el crecimiento de hongos.

### TOXICOLOGIA

Los silicones son atóxicos, inocuos y no producen irritación sobre la piel.

De entre los fluidos silicones el DC 555 no es irritante ni dañino a los ojos, y por lo cual se hace muy recomendable en las preparaciones oftálmicas.

En administración oral y por el tubo gástrico produce reacciones similares a las causadas por el aceite mineral.

En inyecciones subcutáneas e intradérmicas no causan irritación apreciable. Intravenosamente no producen ninguna embolia.

En resumen la acción farmacológica de los silicones en los diferentes experimentos en animales demostraron que su acción es prácticamente inerte.

APLICACIONES EN FARMACIA, TERAPEUTICA, LABORATORIO Y COSMETICOLOGIA.-

Los silicones, materiales officinales en la Farmacopea XV de los EE.UU. e incluidos a la vez en "New and Non-official Drugs" por el Council on Pharmacy and Chemistry of the American Medical Association, tienen propiedades muy importantes, tales como la de repeler el agua, la suciedad y poseer inercia fisiológica y química, para lo cual se les está encontrando múltiples usos.

Así por ejemplo han dado magníficos resultados en la lubricación de jeringas, sobre todo en la esterilización con calor seco, cuyas temperaturas alcanzan hasta 180°C. sin volatilizarse ni dejar partículas de carbón de origen orgánico, lo que no sucede con otros lubricantes como el aceite de parafina u otros materiales que no han sido tratados previamente, ya que por las sustancias orgánicas que contienen el agua siempre se depositan partículas carbonosas. Esta lubricación dura dos a tres veces más que el aceite de parafina.

Este tratamiento consiste en lavar previamente las jeringas, para eliminar trazas de moho, y luego aplicar el silicón lubricante uniformemente repartido, es muy recomendable el silicón DC 550 ya sea en forma pulverizada, de solución en éter, o en aceite de petróleo, poniendo una parte de silicón y dos de solvente.

En medicina el silicón de 100 cks. puede ser usado para lubricar catéteres ya sea con fines uretrales o en fístulas renales, obteniéndose excelentes resultados.

También se está empleando el silicón DC 555 para la lubricación de ojos artificiales dando mayor comodidad y mejor sensación al paciente. Este mismo silicón se usa como lubricante para prevenir la irritación de los párpados en casos de obstrucción -

de los conductos lacrimales u otras causas.

Los silicones fluidos han sido sometidos a calentamientos de 250°C. durante 1000 horas sin sufrir carbonización ni volatilización, cualidades que se han aprovechado para usarlos como medio de esterilización de instrumentos que sufren fuerte corrosión en el autoclave. Se experimentó llenando un esterilizador con fluido silicón que fué usado durante tres años consecutivos, habiendo sufrido solamente un ligero cambio de coloración y pérdidas - insignificantes. Existen además con este medio la ventaja de esterilizar y lubricar simultáneamente.

Aplicados sobre la piel normal o patológica son inofensivos aún por períodos prolongados, proporcionando una película impermeable a fluidos acuosos y aceitosos.- Estas propiedades son aprovechadas en la prevención de las dermatosis industriales que afecta a los trabajadores de fábricas, viniendo así a resolver el grave problema de la interrupción de labores por estas enfermedades.-

Las dermatitis que afectan las manos de las amas de casa, cocineras, lavanderas, enfermeras y otras personas que a diario están en contacto con limpiadores químicos o agua altamente alcalina pueden del mismo modo prevenirse con un revestimiento de silicón aplicado sobre la piel.

Estos materiales no impiden el paso del vapor de agua, no afectando por ello la transpiración cutánea; debido a su baja tensión superficial permite extenderse fácilmente ayudando también, por esta cualidad, a la distribución de otros medicamentos sobre la piel.

Por consiguiente, los silicones reúnen las siguientes cualidades esenciales para una efectiva protección tanto en dermatología como en cosmetología: no es tóxico, no es irritante, es inofensivo aún por períodos prolongados y no daña la ropa y equi-

pos.

Para trabajar eficazmente con los silicones y obtener buenos productos es necesario tomar en cuenta <sup>cuatro</sup> factores; propiedades químicas y físicas del silicón, concentración, naturaleza del vehículo y forma de aplicación.

Las aparentes incompatibilidades de los silicones pueden ser solucionadas usando agentes emulsionantes: aniónicos, catiónicos y no iónicos.

Los silicones en mezclas binarias simples son:

Compatibles con:	No estables con:	Casi inmiscibles con:
Alcohol cetílico Aceite de Cacao Monoestearato de polietilenglicol 400 Acido estéarico Monoestearato de glicerilo Acido láurico Lanolina Alcohol estearílico	Carbowaxes Jabón blanco Glicerina	Aceites vegetales Parafina líquida Colesterol

Incorporando silicones a bases oficinales tales como: unguentos hidrofílicos, b) Cold Cream, c) base Gibson y f) base de monoestearato de glicerilo, mostraron un magnífico aspecto. Cuando la crema ha sido aplicada, la fase acuosa se evapora dejando una película de silicón en la que el agente emulsionante permanece disperso. Si este agente es hidrofílico es de esperarse que en contacto del agua la película se reemulsifique, facilitando así innecesariamente su remoción. Es importante que la película silicón permanezca inalterable en contacto con fluidos acuosos (en cremas protectoras en el post-operatorio) por esto debe seleccionarse un emulsionante que modere la evaporación del agua. Por ejemplo el oleato de morfolina, oleato de etanol amina, etc., -

que son usados en la manufactura de betunes bajo este mismo principio.

Las fórmulas más sencillas de cremas a base de silicón son simples mezclas binarias, ejemplos: 1) Preparación en parafina que contiene 30 por ciento de silicón, es efectiva contra el salpullido, intertrigo, irritación por la orina, flujos vaginales y rectales, fístulas y ulceraciones de decúbito. 2) Preparación en parafina al 52.5 % de silicón para la prevención de dermatitis de contacto en amas de casa, cocineras, enfermeras, trabajadoras industriales y niños. Lo mismo para prevenir sensibilidades a los antibióticos y anestésicos que con frecuencia aparecen en la piel de médicos y enfermeras. Tiene la ventaja de no producir sensación cremosa en la piel. 3) Preparación con 23% de silicón y 25% de talco, efectiva en el tratamiento de pañalitis. 4) Preparación al 52.5% de silicón en bentonita, efectiva en casos de salpullido e irritaciones causadas por el calor.

Para mejorar la estabilidad y evitar la separación durante el almacenaje se emplea indistintamente la calamina, óxido de zinc, alcohol cetílico o bentonita.

Las parafinas han sido usadas por su fácil adquisición y por ser muy baratas. Por proceder de fuente natural y por la clase de refinamiento tienen composición química variable y casi siempre contienen sustancias irritantes, siendo esto grave inconveniente en la preparación de ungamentos, por lo cual está siendo substituido por los silicones que aunque son más caros y difíciles de emulsionar tienen efectos más satisfactorios.

Los siguientes métodos, sirven para comprobar la efectiva protección de los silicones:

In vitro:

1) Sumergiendo palillos en una solución de verde de malaqui-

ta, son luego secados y revestidos con cierta cantidad del material a prueba. Después se colocan los palillos en agua por seis horas y entonces se mide la cantidad de colorante disuelta en agua.

2) Se recubre con silicón una mancha de tintura de yodo sobre tela. Se deja caer una gota de solución de almidón sobre la mancha y se mide el tiempo requerido para que se desarrolle el color característico.

Los silicones son excelentes vehículos para hidrocortisona y sus compuestos.

#### UNGUENTOS DE SILICON

Las cremas y ungüentos de silicón están eliminando las formas ásperas de remover la suciedad y la grasa; por la capacidad que poseen de portar agentes terapéuticos, manteniéndolos en contacto de la piel por períodos prolongados, son calificados como magníficas bases de ungüentos dermatológicos.

Comprobaciones in vitro demuestran que usando bases siliconadas de yodo, sulfatiazol, y una mezcla de ácido salicílico y ácido benzoico, para ungüentos, teniendo como controles bases de U.S. P. no ejercen influencia sobre los principios activos, ni sobre la velocidad de difusión.

Las fórmulas que aparecen a continuación fueron elaboradas tomando en cuenta las propiedades de cada una de las sustancias que intervienen, y sus posibles aplicaciones. En cada una de ellas - tuve particular cuidado de probar su efectividad y sus usos, obteniendo magníficos resultados tanto en el aspecto físico como en el de sus diferentes aplicaciones. Este trabajo lo realicé en los Laboratorios "ARSAL" bajo la dirección técnica del Dr. Manuel Salinas Ariz.

La fórmula siguiente, es una crema tipo ácida esteárico emulsionada con un emulsionante no iónico y que proporciona una bue-

na base de ungüentos en la cual son incorporados los silicones. Esta fórmula produce una crema estable que tiene una superficie sin brillo. El silicón líquido promueve rápido desaparecimiento del ungüento durante la aplicación en la piel.

FORMULA Nº 1

	(Acido esteárico.....	50.0 %
A	(Span 60 de la Atlas Powder Company.....	10.0 %
	(Arlacel 60 de la Atlas Powder Company.....	6.0 %
	(Velvasil Silicón Fluido(General Electric) 1000.....	10.0 %
	(Agua .....	61.5 %
B	(Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%

PREPARACION: Calenté (A) a 80°C. (B) a 85°C. Agregué (B) a (A) - agítándolo hasta 35°C. Envacé.

Bases de Ungüentos de textura similar a los petrolatos y otras absorbentes. Ejemplo es la fórmula siguiente:

FORMULA Nº 2.

	Velvasil Silicón Fluido (General Electric) 500.....	50.0 %
	Estereato de Zinc.....	50.0 %

PREPARACION: El silicón líquido y estearato son mezclados y fundidos entre 75°C. y 80°C, hasta que empiece a condensarse. La mezcla es entonces molida hasta que presente una consistencia blanda.

En muchos hospitales es procedimiento de rutina, la aplicación de silicón para prevenir el agrietamiento, o erosión de la piel, que frecuentemente resulta del exsudado post-operatorio.

LOCIONES PARA NIÑOS.

Para los niños de piel seca o escamosa, después del baño es recomendable ponerle una loción a base de silicón; porque este protege la piel contra la irritación de cuerpos extraños o pañales

y las producidas por la orina y las materias fecales.

FORMULA Nº 3

	(Aceite Mineral).....	35.0 %
	(	
	(Lanolina.....	1.0 %
	(	
	(Alcohol cetílico.....	1.0 %
A	(	
	(Span 80 de la Atlas Powder Company.....	4.9 %
	(	
	(Tween 80 de la Atlas Powder Company.....	5.0 %
	(	
	(Velvasil Silicón Fluido (General Electric)1000.....	5.0 %
	(	
	(Agua.....	51.0 %
	(	
B	(Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	(	
	(Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	(	
	(Etil vanillina.....	c.s.
C	(	
	(Aceite esencial de rosa.....	1.0 %

PREPARACION: Calentar (A) a 60°C. y (B) a 62°C. Agregar (B) a (A) lentamente y agitando. Perfumar a 50°C. seguir agitando hasta en friar a temperatura ambiente.

FORMULA Nº 4

Aceite esencial

Octil dodecanol (Eutanol O.Dehydag) o

Eter decílico de ácido oléico (Cetiol V.Dehydag)..... 25.0 %

Silicón fluido (Dow Corning) 555..... 5.0 %

Aceite de parafina..... 45.0 %

Hexaclorofeno..... 1.0 %

PREPARACION: Disolver agitando el hexaclorofeno en el Eutanol G- agregar el S.D.C. y el aceite de parafina. Agitar bien.

CREMAS Y LOCIONES PROTECTORAS DE LA PIEL

La protección contra los irritantes del agua, detergentes fuertes, muchos productos de limpieza doméstica, materiales alergénicos y otros parecidos, puede ser obtenido con cremas y lociones que contienen líquidos silicones con excelente repelencia de agua e inercia química.

FORMULA N° 5.

Crema de mano, Aceite en agua

	(Acido esteárico.....	15.0 %
	(	
A	(Palmitato de isopropilo.....	2.0 %
	(	
	(Velvasil silicón Fluido(General Electric) 1000	10.0 %
	(	
	(KOH.....	1.0 %
	(	
	(Sorbitol al 70%.....	18.3 %
	(	
B	(Agua.....	53.7 %
	(	
	(Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	(	
	(Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
C	(Perfume.....	c.s.

PREPARACION: Calentar por separado las fórmulas (A) y (B) a 80°C. y 82°C.respectivamente. Lentamente y agitando, agregar la fórmula (B) sobre la fórmula (A). Continuar agitando la mezcla hasta que la temperatura descienda a 45°C. o 50°C. Perfumar y envazar.

FORMULA N°.6

	Velvasil silicón Fluido(General Electric) 30.000....	19.1 %
	Velvasil Silicón Fluido(General Electric) 100.....	19.1 %
	Monoestearato de Glicerilo.....	11.5 %
	Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%



Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
Arlacel C de la Atlas Powder Company .....	4.0 %
Agua.....	40.0 %

PREPARACION: Fundir juntos los velvasiles, monoestearato de glicerilo y Arlacel C. Calentar el agua con los preservativos, aproximadamente a la misma temperatura que los ingredientes anteriores. Mezclar y agitar hasta enfriar.

FORMULA N° 7.-

Cremas de manos

Silicón Fluido 200, 350 centistokes.....	25.0 %
Monoestearato de Glicerilo(Paragon Laboratories).	7.0 %
Agua.....	67.7 %
Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
Agente perfumante.....	c.s.

PREPARACION: Calentar juntos a 80°C. el agua y el monoestearato de glicerilo. Mezclando vigorosamente agregar el metil parahidroxibenzoato y el líquido silicón. Seguir agitando hasta que la temperatura descienda a 50°C. Adicionar el agente perfumante, mezclando bien para dispersarlo uniformemente. Envasar aproximadamente a 50°C.

FORMULA N° 8

Loción para manos

Goma tragacante.....	1.0 %
Agua.....	49.0 %
Propilen glicol.....	14.75%
Trietanolamina.....	0.5 %
Agua.....	12.0 %
Acido oléico.....	0.75%
Diglicol estearato S.....	1.5 %
Propilen glicol.....	10.5 %
Silicón Fluido (Dow Corning) 200, 350 centitokes	10.0 %

PREPARACION: Ablandar y disolver la goma tragacante en agua antes de mezclar los otros ingredientes.

Mezclar la trietanolamina, agua, ácido oléico, diglicol estearato S, y primera porción de propilenglicol. Calentar a 80°C. y mezclar vigorosamente. Agregar el silicón fluido, mezclando rápidamente. Continuar mezclando mientras se agrega la solución de goma tragacante y el resto del propilenglicol.

FORMULA Nº 9

Loción para manos (base alcohólica)

Silicón fluido (Dow Corning) 555.....	5.0 %
Alcohol al 90%.....	95.7 %
Perfume.....	C.S.

PREPARACION: Mezclar los tres ingredientes hasta que la solución sea uniforme. Perfumar y envazar.

PARA EL CABELLO

Los líquidos que contienen silicones debido a la baja tensión superficial de éstos se esparcen fácilmente dando aspecto poco grasoso al cabello. Pueden aumentar la duración de un ondulado permanente.

La siguiente fórmula es una loción para el cabello tipo aceite en agua, que se emplea combinada con emulsificantes no iónicos y jabón.

FORMULA Nº 10

A {	(Petrolato.....	6.0 %
{	(Aceite mineral.....	37.5 %
{	(Lanolina.....	3.0 %
{	(Cera.....	8.0 %
{	(Arlacel 83 de la Atlas Powder Company.....	3.0 %
{	(Arlacel 20 de la Atlas Powder Company.....	2.0 %

	(Tween 20 de la Atlas Powder Company.....	2.0 %
A	(	
	(Velvasil Silicón Fluido(General Electric)1000	1.0 %
	(	
	(Borax.....	0.5 %
	(	
	(Agua.....	38.0 %
B	(	
	(Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	(	
	(Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
C	Perfume.....	c.s

PREPARACION: Calenté (A) a 70°C. y (B) a 75°C. agregué (B) a (A) lentamente con agitación, perfumé a 45°C. y agité hasta enfriamiento.

FORMULA Nº 11.

	Velvasil Silicón Fluido (General Eléctric)100...	5.0 %
	Mirj 52 de la Atlas Powder Company.....	10.0 %
	Monoestearato de glicerilo.....	4.0 %
	Agua I.....	15.0 %
	Agua II.....	66.0 %

PREPARACION; Mezclar los emulsionantes y el agua I; calentar 88°C mientras se agita. Agregar el silicón fluido y luego el agua II, lentamente. Agitar la mezcla durante algún tiempo en un lugar cálido.

FORMULA Nº 12

Crema para arreglo del cabello

	Polioxietilen estearato G. 2149 de la Atlas Powder Company.....	10.0 %
	Monoestearato de Glicerilo.....	4.0 %
	Agua.....	15.0 %
	Silicón Fluido (Dow Corning) 200.....	5.0 %
	Agua .....	66.0 %

PREPARACION: Mezclar el polioxietilen estearato y el monoestearato

de glicerilo con una porción de agua y calentar a 80°C. mezclar - con agitador de alta celeridad por un momento. Agregar el silicón fluido, luego el agua lentamente siempre agitando hasta enfriar - la mixtura a 50°C.

### CREMA DESVANECIENTE

Productos de tipos suaves, estables y lustrosos, que ofrecen - buena protección para la piel pueden ser obtenidos con Silicones fluidos.

### FORMULA Nº 13

	(Aceite Mineral.....	30.0 %
	{	
	{Cera.....	12.0 %
	{	
A	{Atlas G-1704 de la Atlas Powder Company.....	3.5 %
	{	
	{Velvasil Silicón Fluido(General Electric)1000	10.0 %
	{	
	{Atlas G-1725 de la Atlas Powder Company.....	1.5 %
	{	
	{Agua.....	42.0 %
	{	
	{Borax.....	1.0 %
B	{	
	{Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	{	
	{Propil parahidroxibenzoato .....	0.25%
	{	
C	{Perfume.....	C.S.

PREPARACION; Calentar (A) y (B) a 70°C. Agregar (A) y (B) lentamente y agitando bien. Perfumar a 50°C.

Esta fórmula produce una crema estable. Con el 5% de silicón - en vez de 10% se indica para la seborrea de la cara.

### CREMAS Y LOCIONES PARA ANTES DE RASURARSE

Incorporando un pequeño porcentaje de V.S.F. a cremas para rasurarse, mejora grandemente la suavidad y facilidad de expansión de éstas, obrando como lubricante para la piel y evitando la irri-

tación de la navaja. El uso de tween 60 , un hidrofílico no iónico, ayuda a quitar la crema de la cara y de la navaja con el lavado.

FORMULA Nº 14

	{ Acido esteárico.....	18.0 %
	{ Aceite Mineral .....	5.0 %
A	{ Tween 60 de la Atlas Powder Company.....	5.0 %
	{ Velvasil Silicón Fluido(General Electric)1000....	1.0 %
	{ Sorbita líquida al 70%.....	5.0 %
	{ Borax.....	2.0 %
	{ Trietanolamina.....	1.0 %
B	{ Agua.....	63.0 %
	{ Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	{ Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
C	{ Perfume.....	c.s.

PREPARACION: Calentar (A) y (B) a 90°C. y 95°C. respectivamente - Agregar (B) a (A) agitando continuamente. Después que la crema se fija, dejar en reposo y remover de vez en cuando hasta que la preparación enfríe a la temperatura ambiente.

La inclusión del S.F. en lociones para rasurarse aplicadas antes de usar una navaja eléctrica, da buena lubricación a la piel con efecto ablandante sobre los vellos de la barba.

Las lociones pueden ser de igual tipo que el general descrito bajo lociones para quemadas de sol, pero con modificaciones apropiadas de ingredientes para adaptarlas a la aplicación requerida.

LOCIONES Y CREMAS PARA QUEMADURAS DE SOL

Aunque el líquido silicón no absorberá los rayos ultravioleta

pueden ser usadas conjuntamente como agentes protectores contra el sol para preparar lociones contra quemaduras del sol. Protección duradera es posible porque el S.F. que actúa como agente protector del sol no se elimina fácilmente por el baño y la transpiración del cuerpo. La baja tensión superficial de ésta facilita su aplicación en la piel.

El nuevo fluido DC 555, es soluble en alcohol de 95 % y hace posible la preparación de lociones alcohólicas para las manos y fórmulas protectoras contra el sol, las cuales depositan una capa protectora acuo-repelente sobre la piel.

La siguiente fórmula, de la loción protectora contra el sol, demuestra como los silicones pueden ser usados para mejorar la utilidad de estos productos:

FORMULA Nº 15.

Loción protectora del sol (Base alcohólica)

Salicilato de dipropilen glicol.....	0.25 %
Silicón Fluido (Dow Corning) 555.....	5.0 %
Etanol al 90%.....	94.45%
Perfume.....	C.S.

PREPARACION: Mezclé los cuatro ingredientes hasta solución y envacé.

POMADA GRASA

Los Silicones Fluidos mejoran las propiedades de aplicación y aumentan la repelencia al agua en las pomadas grasas. Así con los lípidos mejora la protección contra las irritaciones y quemaduras climáticas; mediante estos productos pueden obtenerse cualidades duraderas.

FORMULA Nº 16.

(Aceite Mineral.....	25.0 %
(Petrolato.....	7.0 %

	{ Ceresín.....	25.0 %
A	{ Cera.....	7.0 %
	{ Atlas G-2859 de la Atlas Powder Company.....	3.5 %
	{ Tween 60 de la Atlas Powder Company.....	0.5 %
	{ Velvasil Silicón Fluido(General Electric) 1000 .....	5.0 %
	{ Agua.....	28.0 %
B	{ Metil parahidroxibenzoato.....	0.25%
	{ Propil parahidroxibenzoato.....	0.25%
C	{ Perfume.....	c.s.

PREPARACION: Calentar (A) a 65°C. y agregarle (B) previamente calentado a 70°C. agitando. Continuar removiendo la mezcla hasta en friar a 50°C. Agregar perfume de olor suave.

Además, los silicones se emplean en bases para lápices de labios dando a la película una mayor duración por la presencia en la fórmula de un silicón fluido, el cual actúa reduciendo su solu bilidad en el agua. En tratamiento de callos debe aplicarse excesi vamente concentrado y evita el derrame del agente activo. Puede prevenirse las molestias y úlceras debidas al largo reposo de los pacientes geriátricos, con incontinencia de orina y heces con el u so rutinario de silicones. El régimen consiste en cambios de posi ción al paciente varias veces al día lavándolo con poca frecuen- cia con jabón y agua, uso de una crema de silicón una vez al día aplicándola en las zonas irritadas, y una dosis diaria conjunta de Ac.ascórbico. Además se economiza mucho tiempo. Se puede apli- car el DC 555 diariamente en las espaldas y alrededor del recto irritado de pacientes incontinentes y seniles para prevenir la dermatitis y acelerar el restablecimiento de la piel lacerada.

## PRODUCTOS DENTALES

Por las propiedades de repelencia al agua, inercia fisiológica, inalterabilidad durante la esterilización y no permitir el crecimiento de microorganismos, se pueden usar como vehículos para preparar pastas poliantibióticas; dado que ningún antibiótico solo, es capaz de atacar todos los microorganismos que normalmente habitan en el canal radicular dental.

Los factores importantes que hacen posible el empleo de los silicónes como vehículos de productos dentales son: a) No influenciar la estabilidad de los ingredientes activos durante períodos prolongados; b) No cambiar su consistencia al almacenarse; c) No producir reacciones tóxicas en los tejidos y d) La facultad de dispersarse fácilmente sobre las paredes dentinales del canal de la raíz.

Cuando un silicón se incorpora a un dentífrico ayuda a prevenir la adhesión en el diente de partículas alimenticias y manchas de tabaco. Un dentífrico puede contener de 0.5 a 45 gramos por ciento de silicón. Tales dentífricos por supuesto no hacen espuma al usarse.

Al agregar de 0.25 a 10 % de silicón soluble en alcohol para enjuagatorios bucales previene la decoloración y la deposición de partículas alimenticias en los dientes.

## TRATAMIENTOS DE SILICON

a) Cristal. Las superficies del cristal tratadas con silicónes se vuelven lisas y tersas debido a la reducción del coeficiente de fricción, se vuelven además repelentes al agua y al polvo, son más resistentes al ataque químico, atmosférico y a los impactos físicos. Todas estas propiedades en objetos de vidrio para fines farmacéuticos, médicos y de laboratorios son de gran utilidad. Los silicónes son fisiológicamente inertes e inofensivos para todas las sustancias inyectables tales como propileno glicol, agua, pre-

servativos, agentes humectantes y suspensores, con lo cual ha sido aumentada la estabilidad de muchas preparaciones. Por ejemplo, un grupo de viales no tratados, conteniendo solución salina normal fué sometido a una inspección para eliminar todos los viales conteniendo partículas, con esta seguridad fueron puestos en observación varias semanas, a la temperatura del cuarto. Al volver a examinarlos se encontraron más viales conteniendo partículas que habían estado presentes y fijas en el vial durante el proceso de lavado, llenado e inspección, y se desprendieron después durante el almacenaje. El tratamiento del vidrio con silicón fija estas partículas en su sitio de modo que no se desprendan durante el almacenaje.

Puede ser aplicado a materiales de vidrio un fluido silicón especial en forma de neblina, adquiriendo fácilmente el revestimiento. Pero en forma de solución acuosa es más fácil de aplicar, con menos costo, y sin riesgos de toxicidad. Esta solución se prepara de una manera especial para conseguir que el silicón se disperse uniformemente en el agua; o, tratándolos con un solvente especial como el tetracloruro de carbono, o en tres partes de éter con una de alcohol. El porcentaje de silicón a emplearse depende de éste y del solvente.

Al evaporarse la fase acuosa o solvente, queda adherida al vidrio una película de silicón, con la cual se preserva la gran fuerza intrínseca del cristal. Luego se somete a un tratamiento de horneado cuyo tiempo y temperatura varía con el silicón que se use. Durante esta operación y el proceso de esterilización aumenta la polimerización del silicón lo que permite que se fije permanentemente al cristal. Se puede suprimir el tratamiento de horneado pero el efecto obtenido no será de larga duración. En virtud de la reducción de la superficie de fricción, las botellas tratadas con silicón sufren menos rasguños y fracturas durante las diferentes etapas de su manipulación.

Da muy buen resultado este tratamiento en botellas grandes destinadas a guardar soluciones valoradas, para las cuales hasta ahora se ha requerido tipos especiales de vidrio.

Las soluciones de dextrosa se vuelven amarillas cuando son esterilizadas en frascos de vidrio alcalino durante diez minutos a 120°C. Este cambio de color se evita completamente revistiendo las ampollas de vidrio con silicón.

El siguiente tratamiento de viales lo llevé a cabo en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de El Salvador:

Efectué ensayos en viales, con un grupo de siete clases de silicónes, poniendo una o dos gotas de silicón en cada vial, los sometí a temperaturas de 350°C., 400°C. durante dos horas; los viales quedaron muy untuosos al tacto.

Disolví el silicón en un solvente más apropiado, usando en este caso tres partes de éter con una de alcohol. Preparé una solución al uno por ciento de silicón; remoqué con ésta, los viales, los sequé fácilmente, dado que es un solvente muy volátil, y luego los puse al horno durante una hora a 300°C. Obtuve un mejor resultado, aunque pude apreciar que los viales quedaron un poco grasosos debido a un posible exceso de silicón.

Entonces disminuí la cantidad de silicón diluyendo la solución hasta llevarla al uno por mil; traté con esta dilución 400 viales y los calenté a 300°C durante una hora. El resultado fué completamente satisfactorio.

El uso de tubos revestidos con silicón, para comprobar el tiempo de coagulación, nos dan normalmente períodos de 25 a 57 minutos con promedio de 38.58 minutos. "Estas constantes" se están empleando para diagnóstico clínico en casos prematuros de tromboflebitis y embolia pulmonar ya que en dichos casos el factor es muy importante.-

También las agujas hipodérmicas revestidas con silicón retardan la coagulación, debido, así como en el vidrio, a un aislamiento entre el metal y la sangre. Esto ha mejorado la técnica de transfusiones sanguíneas en el tratamiento de eritroblastosis infantil.

Usando tubos tratados a base de silicón en la extracción de suero sanguíneo hace que éste salga mucho más claro debido a una mejor retracción del coagulo y requiere además menos proceso de centrifugación.

En los laboratorios, al revestir tanto los utensilios de cristal como las agujas hipodérmicas con silicón, se mejoran mucho las técnicas Biológicas. En estas condiciones las plaquetas pueden permanecer sin aglutinarse, es decir, en estado de disolución, por períodos hasta de treinta minutos.

Las ventajas del tratamiento del cristal no están reducidas a materiales de laboratorio; tenemos como ejemplo; los papeles impregnados de silicón para anteojos que son ya bien conocidos. Sobre el vidrio queda una película de silicón, la cual, siendo repelente a las partículas de polvo o suciedad, guarda los lentes limpios mayor tiempo, y vuelve la superficie más fácil de pulir posteriormente.

Una película de silicón da un acabado brillante al vidrio de vitrinas y ventanas.

b) TELAS. El tratamiento de silicón en telas es muy simple, y consiste en sumergir o rociar la tela, con una solución diluida ó emulsión acuosa de silicón. Los mejores emulsionantes para la preparación de estas soluciones son los emulsionantes catiónicos y no iónicos. La concentración final de silicón en la tela es usualmente al dos por ciento; después se seca y se quita el solvente o exceso de agua. Se completa el tratamiento sometiendo la tela a un calentamiento de 150°C. por cinco minutos, ó 200°C. por treinta segun

dos. Este tratamiento proporciona una superficie tenaz y flexible de silicón alrededor de cada fibra. Las telas se vuelven de consistencia delicada, flexible, suave, y no se encogen ni se arrugan. Por su resistencia al agua muchas veces se tiñe con dificultad.

Las siguientes telas pueden ser tratadas de este modo: con buenos resultados: lana, algodón, acetato y terileno.

#### PROPIEDADES ANTI-ADHESIVAS Y ADHESIVAS

Un objeto revestido con silicón impide adherirse a él muchos materiales normalmente adhesivos, esta propiedad ha encontrado útil aplicación en Farmacia. Por Ej. los tapones de hule ofrecen tendencia a adherirse siempre después de la esterilización en auto-clave, pero si se rocían previamente con una solución al 5% de silicón fluido, puede prevenirse este defecto. Del mismo modo es fácil remover cápsulas de gelatina y píldoras durante su fabricación, cuando los dedos están revestidos con fluido silicón. Puede también aplicarse en moldes de supositorios para evitar que éstos se adhieren a dicho molde. De esta manera se obtiene mejor rendimiento y se ahorra tiempo en el trabajo.

El papel tratado con silicón no se adhiere a la mayoría de sustancias normalmente adhesivas. Por esta cualidad y la de volverse repelentes al agua se le puede usar como hoja interfoliadora para cintas adhesivas, para forro de emplastos de óxido de zinc y para sustancias pegajosas. Los polvos mezclados sobre este papel pueden ser transferidos sin pérdidas por pegamiento. Se usa lo mismo en bandejas para secar polvos, y ya que el papel no se moja, ni se pegan los polvos pueden transferirse fácilmente; cualquier clase de papel puede ser tratado con éxito ya sea sumergiéndolo o rociándolo con una solución o una emulsión acuosa diluida, de un silicón debidamente seleccionado. El tratamiento se completa calentando a 150°C. por tres a cinco minutos, pero adicionando un ca

talizador ese tiempo puede ser reducido de treinta a sesenta segundos a 120°C. El tratamiento permanece efectivo, todavía después de un almacenaje de dos años sin afectar la apariencia del papel.

En la manufactura de extractos puede evitarse la pegajosidad en las calderas que es causa de pérdidas en el rendimiento y a veces contaminación, por medio de un revestimiento en dichas calderas con resina de silicón, lo cual permite al producto volcarse con facilidad y limpieza.

Algunos de los compuestos silicones se distinguen por sus propiedades adhesivas en gran variedad de superficies, viniendo ello a solucionar los problemas del etiquetado y empaquetamiento de materiales. Estos materiales retienen su fuerte adhesividad sobre una amplia escala de temperatura (-50°C. a 150°C)

#### PROPIEDADES ANTIESPUMANTES

Los silicones antiespumantes son excelentes auxiliares para prevenir espumas en la manufactura de productos farmacéuticos y cosméticos. Por Ej. durante la preparación de extractos (áloes, frángula, bilis, etc.); de igual modo en cultivo de antibióticos, se consigue por ese medio mejor provisión de oxígeno. Se prefieren para estos usos los silicones alquílicos aunque son también efectivos los dimetílicos. El silicón diestearil también ha dado muy buen resultado sobre emulsiones de aceite en agua.

En el edema pulmonar existe la grave peculiaridad de obstruirse el paso del aire por la formación de espuma, esta anomalía puede impedirse, administrando una emulsión nasal acuosa de anti-espumante A en forma de pulverización o una solución de este mismo antiespumante en éter; proporciona un alivio más rápido y efectivo

En medicina veterinaria sirve para suprimir ciertos estados de secreción espumante en los animales, administrando concentraciones bajas. Se puede prescribir mediante inyección directa en la bóveda

dorsal del primer estómago o en dispersión acuosa oralmente o por medio de un tubo gástrico. En corto tiempo se nota una convalecencia completa.

Se usa también el jabón fisiológico al uno por ciento de emulsión antiespumante A en inflamaciones del ganado, bastando 100 cc. de esa emulsión para una vaca y 25 cc. para un ternero. Se ha observado que desde el inicio de la enfermedad los síntomas pueden aparecer y las consecuencias difíciles de controlar. Por lo cual se ha ensayado administrar antiespumantes durante la primavera como medicina preventiva, dosificando una ración diaria durante cien días. No se presentaron efectos tóxicos ni fatales.

#### MANUFACTURA DE TABLETAS

El silicón fluido, mezclado con azúcar o emulsionado puede ser añadido al granulado para tabletas, que después del secado y compresión, resultan tabletas homogéneas, de buen aspecto y con excelentes propiedades de deslizamiento. Cuando los troqueles para hacer tabletas han sido revestidas con silicón, éstas son expulsadas más fácilmente y son menos frágiles.

Cuando las tabletas, cápsulas y píldoras se revisten de silicón se vuelven más resistentes a los efectos de la humedad. Adquieren mucho brillo, acabado liso y suave y muestran una disminución en su tendencia a fracturarse, las drogas normalmente desabridas y desagradables quedan - enmascaradas.

Se proporciona un revestimiento satisfactorio, sumergiendo simplemente las tabletas por unos pocos minutos en una solución de resina silicón apropiada, y luego remover el solvente a la temperatura ambiente. El revestimiento no demora la velocidad de la absorción, ni afecta la actividad biológica de las drogas. La proporción de silicón usada no debe ser menos del uno por ciento y preferentemente entre cinco y quince por ciento.

Las cápsulas de gelatina así revestidas mantienen una apariencia clara y sin manchas aun después de ser expuestas a un ambiente altamente húmedo.

Un método de retardar la deliquesencia de sustancias solubles en agua es proveerlas de un revestimiento hidrofóbico. El material que debe ser protegido es expuesto al vapor del monometil-detoxisilano. El silano, con la humedad atmosférica a la adherencia al material se hidroliza y polimeriza de silano a silicón. Esta polimerización es completada por un tratamiento caliente de 30°-300°C. por cinco a seis minutos, dependiendo el calor de la estabilidad del material. Un gran variedad de materiales pueden volverse repelentes al agua de este modo, incluyendo cerámica, asbestos, metales, algodón, seda, papel, plásticos sintéticos, materiales orgánicos: tabletas, píldoras, pastillas, que contienen sustancias tales como cloruro de sodio y nitrato de amonio, pueden volverse no higroscópicos por igual tratamiento.

La incompatibilidad entre los ingredientes de una fórmula de tabletas puede evitarse preparando los granulados separadamente, cada uno de los cuales se reviste de resina silicón antes de la compresión. La velocidad de desintegración sufre muy ligeramente.

#### VEHICULO PARA INYECCIONES

Es un vehículo notable para inyectables, especialmente cuando se requiere efectos penetrantes por tiempo prolongado como en la lepra y tumores malignos.

#### EVITA LA DECOLORACION

Se evita la decoloración de la cera ocasionada por la prolongada exposición a la luz, agregándole durante el proceso de refinación una ligera porción de silicón fluido seleccionado.

#### HULES DE SILICON

Las ventajas de los hules de silicón en Farmacia y Medicina son inapreciables por su resistencia a la esterilización repe-



tida, aún con calor seco a 180°C. por eso se recomienda el uso de cierres de hule de silicón o revestidos de silicón para tapar viales conteniendo penicilina o insulina.

Los biberones de este material pueden ser esterilizados por vapor o calor seco infinidad de veces sin que se altere su fuerza ni sus propiedades elásticas, siendo su duración de cuatro a cinco veces más que los biberones de hule orgánico.

Debido a que el hule de los equipos corrientes de transfusiones intravenosas da origen a trombosis locales y tromboflebitis - después de las transfusiones, se ha introducido en este campo el uso de hule silicón que poseen las siguientes ventajas:

- 1) Pueden ser esterilizados en autoclave más de cuarenta veces y una muestra de hule silicón soportó cincuenta y nueve ciclos de transfusión; mientras que los hules orgánicos ya muestran un grado similar de deterioro después de seis a doce transfusiones.
- 2) Se reduce la coagulación en las transfusiones prolongadas, debido a la repelencia del material.
- 3) Los mejores productos de hules silicones son transparentes lo cual facilita el desplazamiento del aire a través de la sangre.
- 4) Las plaquetas muestran menos tendencia a adherirse al hule de silicón.
- 5) El material puede guardarse por largos períodos sin alterarse.

La Cruz Roja Americana, en la actualidad especifica, que el equipo para el manejo de sangre sea tratado con silicón.

Los tubos de hule silicón son muy útiles en clínicas quirúrgicas y bancos de sangre ya que la coagulación en tubos y jeringas ordinarias son un problema constante.

Se le está aplicando también en Medicina Veterinaria en la técnica de inseminación artificial, debido sobre todo, a su baja toxicidad, pues no ejerce ningún efecto nocivo sobre el esperma -

de los rumiantes. Asimismo se ha sugerido su uso para máquinas de ordeño.

### FISIOTERAPIA

Se emplea en este campo, las masas elásticas para ejercicios terapéuticos de las manos, ya que mientras cede a la mas pequeña presión aplicada despaciosamente, ofrece resistencia a las fuerzas violentas. The American Medical Association Council of Physical Medicine and rehabilitation ha obtenido evidencia práctica muy satisfactoria de los usos del material para ejercicios terapéuticos de las manos y de acuerdo con esto autorizó su inclusión en la lista de divisas aceptadas. Por asumir la forma del recipiente en el que se coloca se usa para tomar impresiones de varios objetos.

### MICROBIOLOGIA

En investigaciones bacteriológicas, se están usando cajas de petri conteniendo compuestos de silicón para la recolección de bacterias y hongos de la atmosfera, así como polen y esporas del medio ambiente. Las cajas de petri son colocadas en las alas de los aviones que vuelan a través de la zona de ensayo, luego son llevadas al laboratorio donde se les vierte encima agar derretido. Los hongos presentan crecimiento a través del agar produciendo superficies normales de desarrollo mientras que las bacterias y levaduras crecen dentro y encima del agar. Las colonias se dispersan sin dificultad. Se recomienda este método cuando el trabajo tiene que llevarse en bajas o altas temperaturas. Las ventajas del material son debidas a su color transparente que ofrece un buen medio de contraste y su consistencia no cambia con temperaturas desde  $-75^{\circ}\text{C}$ . hasta más de  $200^{\circ}\text{C}$ . y también las placas pueden esterilizarse por calor seco a  $180^{\circ}\text{C}$ .

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

BARONDES, R De R, et alias "The Silicones in Medicine". Reprinted from Military Surgeon. Vol 106, nº 5.- May, 1950.

BIEN, R. and MURRIN, R. "Silicones New Help for Hard-uses Hands".

COOK, M.K. "Barrier Creams". Drug and Cosmetic Industry.-January, 1959.- Vol. 84.- Nº 1.

CURRIE, C.C. and GERGLE, R.C. "New Silicones for the Cosmetic Industry". Dow Corning Product Engineering Laboratories Midland, - Mich.- Reprinted from The Journal of the Society of Cosmetic Chemists.- Vol.VII Nº 3.-May, 1956.

CURRIE, C.C. and FRANCISCO, D.M. "Silicones: New Cosmetic Vehicles" Dow Corning Corp., Midland, Mich.- Reprinted from American Perfumer & Essential Oil Review.- Dec. 1954.-

DONAL, D, BRUSCA, M.D. "Use of Silicon Spray on the Skin of Bedridden Patients".-Central Islip, N.Y. Reprinted from the New York -- State Journal of Medicine. Vol.56. Nº 6.- March, 1956. Copyright - by Medical Society of the State of New York and reprinted by permission of the copyright owner.

DOW CORNING "Silicone Notes". Dow Corning Corp.-Midland Mich.-

DRUG & COSMETIC INDUSTRY: January, 1959.

EL FARMACEUNTICO: Diciembre, 1953. Mayo, 1954.- Agosto, 1954.

GENERAL ELECTRIC "AD-28 A.- Medical, Pharmaceutical & Cosmetic Applications of Silicone".- "Bibliography".-1953. Silicone Products Department. Waterford, N.Y.-

GENERAL ELECTRIC "AD-28 B.- Silicone Polymer Toxixological Data" 1953. Silicone Products Department, Waterford, N.Y.-

GENERAL ELECTRIC "AD-28 C.-Silicones in Cosmetic and Pharmaceutical Applications".-Silicone Products Department.- Waterford, N.Y.

GENERAL ELECTRIC "Velvasil Silicone Fluids". Silicone Products Department, Waterford, N.Y.-

GENERAL ELECTRIC "Silicone Antifoams".- Silicone Products Department, Waterford, N.Y.-

JOIN, COSMETICS "The Swing to Silicones". Dow Corning Corp. Midland, Mich.- Reprinted from Dow Diamond. Vol 20, Nº 4.-

LESSER, M.A. "Silicones In Medicine And Pharmacy".- Reproduced - from May, 1953, issue of Drug and Cosmetic Industry.- Silicone - Products Department Chemical Division. General Electric.-

LEVIN, R.R.P.S. "The Pharmacy of Silicones and Their uses in Medicine".- Published at the Offices of the Chemist and Drugist, 28 - Essex Street, Strand, London, W.C.".- 1958.

PAULING, L. "Quimica General". Trad.del inglés por el Dr. José - I. Fernández Alonso Aguilar, Madrid, 1955.

TAJKOWSKY, E.T. and REILLY, T.H. "Silicones: Properties and Possible Uses in Cosmetics".- Silicones Products Department General - Electric Co., Waterford, N.Y.-

WIBERG E. "Quimica Inorgánica Moderna".- Traducción del Prof. J. Martín Sauras.- Manuel Marín, Editor.- Barcelona. Buenos Aires.-