



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

T R A B A J O
M O N O G R A F I O
IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LOS TENSOACTIVOS
EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

MA. DE LOURDES GOMEZ MUÑOZ
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE Prof. ENRIQUE GARCIA GALIANO PEREZ

VOCAL Prof. MA. ISABEL TORREBLANCA Y SENTIES

SECRETARIO Prof. JOSEFINA VIADES TREJO

1er. SUPLENTE Prof. RICARDO BERNAL CASTELAZO

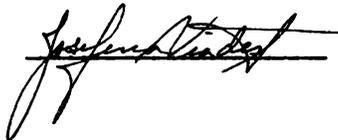
2do. SUPLENTE Prof. MIGUEL HERNANDEZ INFANTE

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: BIBLIOTECA DE LA FACULTAD
DE QUIMICA

SUSTENTANTE MA. DE LOURDES GOMEZ MUÑOZ



ASESOR DEL TEMA JOSEFINA VIADES TREJO



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

Feliz el hombre que se ocupa
en la sabiduría, y que dialoga
con su inteligencia, el que
medita sus caminos en su corazón
y reflexiona en sus secretos.

Eclesiastico 14, 20-21.

1

A la memoria de mi tío Alejandro.

Quiero agradecer a mis padres
Alicia, Rodrigo, Ana Ma. y José
su apoyo y constante estímulo.

A mis hermanos

Gonzalo

Marcia

Ana Isabel

Rodrigo.

Al sol que alumbra mi camino : Alicia.

Con profundo respeto
y agradecimiento a
la Q.F.B. Josefina
Viades Trejo.

A la Facultad de Química
agradesco infinitamente.

Agradesco a mis amigos
su apoyo y compañerismo.

S U M A R I O.

OBJETIVO DE LA ACTUALIZACION BIBLIOGRAFICA.

CAPITULO I. INTRODUCCION.

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Actividad superficial
- 1.3. Clasificación

CAPITULO II. BREVE REVISION DE ASPECTOS LEGALES Y TOXICOLOGICOS

- 2.1. Aspectos legales
- 2.2. Aspectos toxicológicos

CAPITULO III. FUNCIONES Y APLICACIONES EN LA
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

- 3.1. Cereales
- 3.2. Pasteles, mezclas para pasteles y pudines
- 3.3. Pastas
- 3.4. Harina para confitería
- 3.5. Cocoa instantánea
- 3.6. Goma de mascar
- 3.7. Helados
- 3.8. Sustitutos lácteos
- 3.9. Lácteos
- 3.10. Mayonesa y aderezos para ensaladas
- 3.11. Shortenings
- 3.12. Cubiertas protectoras
- 3.13. Productos cárnicos
- 3.14. Varios
- 3.15. Selección del sistema BHL

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA.

OBJETIVO DE LA ACTUALIZACION BIBLIOGRAFICA.

El objetivo de esta monografía es hacer una actualización bibliográfica sobre la aplicación de los tensoactivos en la industria alimentaria. Tratándose aspectos tales como: las funciones que desempeñan en el proceso de los alimentos, los productos a los que se adicionan, los aspectos legales y toxicológicos derivados de su uso, etc.

Es importante hacer esta actualización dada la vasta aplicación de estas sustancias en la industria alimentaria lo que hace necesario para el tecnólogo de alimentos estar al día con respecto a todo lo relativo a estas sustancias.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

1.2. Actividad superficial

1.3. Clasificación

1.1. ANTECEDENTES.

[Los tensoactivos se obtenían de productos naturales por extracción o modificación desde tiempos prehistóricos.

Algunos ejemplos son las grasas y sebos que se empleaban como repelentes al agua, agentes dispersantes o emulsificantes como el gluten, yema de huevo, gomas naturales y otras sustancias orgánicas como lodos y arcillas que se usaron desde entonces.

Durante los períodos de las dos Guerras Mundiales se investigaron y desarrollaron sustancias que fueron especialmente sintetizadas para que actuaran sobre superficies y se les llamó agentes sintéticos superficialmente activos, una aplicación de estos agentes es como atomizadores en agricultura y horticultura (1).

En 1930 se empezaron a usar mono y diglicéridos en pastelería, aunque entonces se les llamó "shortenings", muchos tensoactivos que se emplean en la actualidad se encuentran en la formulación como "shortenings" (2).

En el libro de Schwartz (3) se hace referencia cronológica de las aplicaciones que se han hecho de los agentes superficialmente activos; mismas que se mencionarán a continuación: Baker y Gilligan (1947) emplearon los polifosfatos para la extracción de pectina de jitomate. Strashun utilizó gliceril monoestearato para preservar el sabor de frutas y vegetales secados por aspersión.

Cotran observó que los agentes que facilitan el mojado, ayudaban a pelar los duraznos a temperaturas que oscilaban entre 50° y 80°C y mejoraban la limpieza de los vegetales por procesos de flotación al quitar la materia extraña no deseada. Después se lavaban y enjuagaban rociándolos con sales de ésteres de ácidos dicarboxílicos o ésteres de ácidos sulfosuccínicos que quitaban la humedad de la superficie.

[Kielhofer (1948) encontró que la Tylosa (carboximetil-

celulosa) era más efectiva que la gelatina en la clarificación del vino, el alginato de propilen glicol estabilizaba la espuma de cerveza y otras bebidas de malta.

Entre 1949 y 1950 Snyder y Williams emplearon monoglicéridos de ácidos grasos, ésteres polioxietilénicos de sorbitol, - alcoholes, grasas y carboximetilcelulosa para mejorar la calidad de helados y productos congelados de confitería. En 1951 - Melnick observó que los ésteres grasos de alcoholes polihidroxi lados, los sulfoacetatos de mono y diglicéridos de ácidos grasos y la lecitina eran excelentes estabilizadores en cubiertas de azúcar y merengues y además inhibían el floreamiento del - chocolate. En este mismo año Hibbs y Ashwoth emplearon Span 62, Tween 60 y Myverol 1800 y 1885 para mejorar y preservar las cua lidades de leche en polvo.]

Entre 1949 y 1952 se vió que el polietileno monoestearato y el polioxietileno monoestearato de sorbitán mejoraban la calidad de panes y pasteles. Varios investigadores que trabaja-- ron por separado encontraron aplicaciones de monoglicéridos de ácidos grasos para panadería, confitería y pastelería.

Roland (1953) encontró que la carboximetilcelulosa de so- dio, el etilendiaminotetracetato, hexafosfato y sales de tri-- fosfato cuando se agregaban a sólidos no grasos de leche des-- hidratada, la estabilizaban y mejoraban sus cualidades de ba-- tido. En este mismo año Stine y Patton publicaron que el Tergi tol 7 y Aerosol DT eran eficientes emulsificantes en la prepa-- ración de mantequilla. Belsou observó que la lecitina y las - saponinas eran excelentes emulsificantes en la preparación de mantequilla. Jansen aplicó alquil sulfatos en cervecería.

• [Los tensioactivos han desempeñado un papel muy importante en los procesos de alimentos; el agente de mayor aplicación en la industria de los alimentos es es emulsificante. ✓

En la actualidad, la preparación de alimentos en gran esca la, la mercadotecnia, las condiciones de almacenamiento, el pro

ceso e inovaciones de empackado, las grandes distancias que se transportan (desde el lugar de procesamiento hasta el lugar de consumo), un tratamiento impropio, etc., pueden dañar los alimentos, sin embargo) el uso de agentes superficialmente activos ayuda a conservar la calidad de los mismos. Además permiten disponer de alimentos que son propios de una estación del año en otra, de otra forma sería imoosible.] ✓

Otras consecuencias de estos adelantos son que los alimentos presentan una calidad constante a pesar de las condiciones del medio ambiente; una ventaja más es que se han reducido los problemas de manejo de alimentos perecederos; las propiedades físicas como viscosidad, textura y gusto en el paladar se preservan con la ayuda de tensoactivos (4).] ✓

1.2. ACTIVIDAD SUPERFICIAL.

a) Definiciones y mecanismos.

Tensión superficial es la fuerza por unidad de longitud que se requiere para aumentar una superficie en 1 cm^2 . Es una fuerza que se expresa en dinas/cm.

Tensión interfacial es la fuerza existente en la interfase de dos líquidos inmiscibles y se expresa en dinas/cm.

Adsorción es la acumulación de moléculas en una interfase o superficie (gas-líquido, líquido-líquido, sólido-líquido) de una disolución. Las moléculas adsorbidas se denominan adsorbato y la superficie sobre la que sucede la adsorción es el adsorbente. La adsorción se efectua por uno o ambos de los siguientes mecanismos: El abatimiento de una o más de las tensiones interfaciales que prevalecen en el sistema y/o la estabilidad de una o más de las interfases por la formación de capas adsorbidas que se oponen mecánicamente a cualquier tendencia a la disminución del área interfacial o a la destrucción de la misma.

Muchos ejemplos de actividad superficial, muestran uno

o ambos mecanismos, algunas veces, actúan solos y otras en combinación ya sea en una sola interfase o en varias. Una excepción de esta generalización es el fenómeno de solubilización por ciertos agentes superficialmente activos (5). Según el libro de Shaw se tiene: "Otro fenómeno distinto de la adsorción, por el cual se puede disminuir la energía interfacial de una disolución de tensoactivo es la formación de micelas o micelización y se define como la concentración por encima de la cual empieza a apreciarse la existencia de micelas. {La agitación térmica y la repulsión electrostática entre las cabezas cargadas en la superficie de la micela se oponen a esta tendencia a agregarse. Por consiguiente, cabrá esperar una disminución en la concentración crítica debido a:

- Un aumento de la parte hidrofóbica de las moléculas de tensoactivo. Para una serie homóloga cada grupo CH_2 añadido hace que la concentración micelar crítica (c.m.c.) disminuya a la mitad.
- Bajas temperaturas.
- La adición de sales (por ejemplo KCl) que reducen las fuerzas repulsivas mencionadas por su acción de apantallamiento.

Muchos tensoactivos no iónicos también forman micelas, frecuentemente a concentraciones muy bajas (aproximadamente de 10^{-4} dm^{-3}) (6). ↴

Actividad superficial es el efecto que presentan las sustancias capaces de disminuir la tensión interfacial por un aumento en las fuerzas de adhesión entre las mismas. Es un fenómeno dinámico puesto que el estado final de una superficie o interfase representa un equilibrio entre estas tendencias a la adsorción y la tendencia hacia la disolución completa debido a la agitación térmica de las moléculas. La tendencia de las moléculas de los tensoactivos a acumularse en la interfase favorece una expansión de la misma, la cual ha de ser contrarrestada por la tendencia de la interfase a contraerse bajo las fuerzas normales de la tensión interfacial.

[Agentes superficialmente activos (Tensoactivos) son sustancias que presentan actividad superficial. La función de los agentes superficialmente activos es lograr un nuevo estado de equilibrio en el sistema, estado al que se oponía originalmente el mismo; esto es: al reducir la tensión superficial - permiten que dos fases inmiscibles formen un sistema en el cual una de las fases se dispersa en forma homogénea en el seno de la otra. Su valor técnico depende de qué tan deseable es esta alteración del estado de equilibrio original, para el producto. La tendencia de los agentes superficialmente activos a ser adsorbidos es una propiedad que se conoce como anfipatía (7).]

b) [Características de los agentes superficialmente activos.

" Estructuralmente son sustancias que poseen una cadena larga de hidrocarburo (parte hidrofóbica o no polar) y una porción hidrofílica o polar constituida por uno o más grupos polares como: OH, COOH, NH₂, CO, R-COH, etc. Estas porciones de la molécula deben estar suficientemente separadas entre sí para permitir que ambas funcionen independientemente. De esta forma los agentes tensoactivos se adsorben en las interfases agua-aceite por medio de sus grupos hidrófilos y de sus grupos hidrófobos. Esta adsorción permite que haya una orientación en la interfase pues las moléculas del tensoactivo forman una especie de puente entre las fases polar y no polar, lo que permite que la transición entre ambas sea menos brusca.

El agente tensoactivo ha de estar equilibrado en cuanto a poseer la cantidad adecuada de grupos hidrosolubles y liposolubles para que se concentre en la interfase y de esta forma haga descender la tensión interfacial. A este equilibrio se le conoce como balance hidrófilo lipófilo (BHL), si la molécula es demasiado hidrófila permanecerá en el seno de la fase acuosa y no ejercerá efecto alguno sobre la interfase" (8).]

En muchos casos los grupos liofílicos se adsorben en -

virtud de sus fuerzas de atracción o uniones específicas entre ellas y los grupos de la interfase, especialmente, si la fase externa es un sólido.

✓ [La acción de los agentes superficialmente activos como protectores de coloides o como estabilizadores de emulsiones se puede considerar en su mayor parte como la prevención del establecimiento de un estado en el cual el total de la energía libre interfacial es mínima, estado que se caracteriza porque el área de cada interfase es mínima (9).]

1.3. CLASIFICACION.

✓ [Los agentes superficialmente activos se disuelven en medio acuoso, algunos se ionizan mientras que otros no lo hacen. De acuerdo con este comportamiento se clasifican en:]

a) No iónicos.

Son compuestos que no se ionizan en disolución, son -- compatibles tanto con tensoactivos iónicos como no iónicos, su efectividad es totalmente independiente de la dureza del agua o del pH de la emulsión (10). Son compuestos orgánicos covalentes que contienen grupos de polaridad variada; estos tensoactivos son inmunes a la acción de los electrolitos -- así como a los agentes aniónicos/(11).

Por su BHL estos agentes se pueden ajustar para cada - situación controlando el número de unidades de óxido de etileno u óxido de propileno. Así pues, su solubilidad depende de la presencia de oxígeno en la molécula ya sea en las uniones hidrofílicas de óxido de etileno u óxido de propileno, los grupos hidróxilos terminales, el oxígeno unido directamente al nitrógeno como en las oxiaminas, o bien vía sulfonatos, fosfatos o carboxilatos terminales, cuando éstos están como grupos terminales.

Los tensoactivos no iónicos se afectan menos por las sales de calcio y magnesio que los aniónicos, por esto no forman pre

cipitados (falta de ionización). Tienen gran habilidad para disolver aceite y grasa en superficies sólidas cuando se usan en forma concentrada. Son más solubles en fases oleosas que los agentes catiónicos o aniónicos (12), (13).

Se clasifican en: los que contienen alcoxi-éter, alcoxi-éster o uniones amida en los grupos solubilizantes.

Las propiedades de los tensoactivos se pueden alterar por el tipo y la cantidad del compuesto alcoxi agregado. El producto de una reacción entre un ácido graso y un alcohol polihídrico, da un tensoactivo no iónico alcoxi-éster. La deshidratación de sorbitol da tensoactivos éster no iónicos. Los derivados de las alquilaminas son ejemplos de agentes emulsificantes no iónicos de tipo amida. Las amidas no sustituidas también reaccionan con óxido de etileno para formar éter-alcohol-amidas.

Otros ejemplos son: polihalogenuros, alcohol polivinílico, sustancias coloidales como el grafito, óxidos y polvos metálicos, arcillas, macromoléculas y olefinas, colesterol, saponinas, monoésteres de propileno glicol, monoésteres de glicerol, ésteres de sorbitán, ésteres de sacarosa, ésteres de poliglicerol, ésteres de polioxietileno, ésteres polioxietilénicos de sorbitán, ésteres complejos (lactatos, tartratos, etc.) (14), (15).

b) Catiónicos.

Son aquellas sustancias que se ionizan para formar un ión de cadena larga cargado positivamente (catión), que al ser fuertemente atraído hacia las superficies negativas como celulosa y otras fibras como el cabello y el metal, es el responsable de la actividad superficial. El uso predominante de estos agentes se basa en este fenómeno. Usualmente tienen los siguientes atributos:

- Se atraen eléctricamente y se unen a superficies con carga negativa como: celulosa, proteínas, madera, cabello, seda, etc.
- Dan un tacto de suavidad a textiles, cabello y piel.
- Tienen alto grado de acción bactericida y fungicida.

Estos tensoactivos se subdividen en: primarios, secunda-

rios o sales de aminas terciarias cuyos grupos hidrofílicos pueden ser grupos alifáticos o aromáticos que pueden estar alterados por sustituyentes de polaridad variada; compuestos cuaternarios de amonio, guanidina, sales de tiouranio, bases no nitrogenadas (fosfonio, sulfonio) como agentes germicidas y agentes --mojantes. Las sales de aminas primarias, secundarias y terciarias son poco solubles y efectivas en sistemas ácidos como las sales de acetato de amina que se usan a pH menores de 7.

Los compuestos cuaternarios de amonio se disuelven tanto en sistemas ácidos como básicos y muchos tienen actividad bactericida como son los: halogenuros de alquilo, sulfatos de aminas terciarias, dialquil-etilendiamina y productos que se obtienen de la reacción de grasas y ácido clorhídrico. Frecuentemente la mejor emulsificación se obtiene al mezclar tensoactivos de pesos moleculares variados (16).]

(c) Aniónicos.

Son compuestos que al ionizarse en disolución dan un ión grande cargado negativamente que es donde residen las propiedades de actividad superficial y un ión pequeño cargado positivamente.

Ejemplos de estos compuestos son: dodecil y tridecil sulfatos y bencensulfonatos, alquil sulfatos de cadenas de 12 y 14 carbonos derivados de aceite de coco, alquil sulfatos de 16 y 18 carbonos que se obtienen de jabones; iones carboxilato, este grupo puede estar unido directamente a un grupo hidrofóbico o puede ser un éster intermediario, amida o una unión sulfonamida.

Hay gran número de agentes aniónicos que se derivan del ácido sulfúrico y ácidos sulfónicos a cuyos grupos hidrofóbicos están unidos grupos alifáticos y aromáticos que contienen sustituyentes de polaridad variada como grupos hidróxilos, éter, éster y halógenos. También se incluyen en esta clasificación: fosfatos, ácido fosfórico y sus ésteres, persulfatos, tiosulfatos y sulfonamidas (16).

d) Anfotéricos o anfotéricos.

Estos agentes tienen tanto la función ácida como la función básica y de acuerdo al pH de la solución se pueden comportar como aniónicos o como catiónicos (17). (18).

Ejemplos:

| pH ácido | pH neutro | pH básico |
|--|--|--|
| $\text{RNH}_2^+\text{CH}_2\text{COOH}$ | $\text{RNH}_2^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ | $\text{RNH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ |
| catiónico | anfotérico | aniónico |

Algunos tensoactivos anfotéricos son: betainas sustituidas como N-dodecil n:n-dimetil betaina, compuestos cuaternarios de amonio como fósforo, amonio, sales de álcalis de cadena larga como ácido beta amino propiónico.]

e) Agentes superficialmente activos naturales y sintéticos.

Como ya se mencionó en los antecedentes, el hombre descubrió los tensoactivos naturales desde tiempos prehistóricos luego trató de imitar las propiedades de éstos y ha desarrollado una amplia variedad de estos compuestos.

- Naturales.

Son agentes emulsificantes que se obtuvieron de fuentes naturales y se siguen aplicando. Muchos son ineficientes si se comparan con los sintéticos pero se usan con frecuencia como auxiliares de agentes dispersantes o como protectores de coloides. Una gran parte de ellos incrementan la viscosidad de la emulsión. Estos agentes son un poco caros y que hay que hidrolizarlos y su eficiencia es sensible a variaciones del pH del sistema. Pueden ser: aniónicos, catiónicos o no iónicos, se incluyen: alginatos, esteroides, lípidos, gomas solubles en agua y derivados de celulosa.

Los alginatos son sales o ésteres del ácido algínico y son extraídos de algas marinas. Los fosfolípidos y esteroides son los principales constituyentes de muchas grasas y aceites. La lecitina es un fosfolípido que se deriva del frijol de soya y se usa como estabilizador de emulsiones de agua en aceite.

Las gomas solubles en agua como la goma arábiga, goma de tragacanto, goma de Karaya y goma de algarrobo son polisacáridos complejos. Estas gomas se usan como emulsificadores auxiliares e incrementan la viscosidad de la emulsión (19).

• Sintéticos.

Estos agentes se han mencionado en la clasificación que se hizo, sin embargo, se nombrarán a continuación los que se usan en alimentos:

Diocetil sulfosuccinato de sodio, monoésteres de propilen glicol, monoésteres de glicerol, ésteres de sorbitán, ésteres de sacarosa, ésteres de poliglicerol, ésteres polioxietilénicos, ésteres polioxietilénicos de sorbitán, ésteres complejos como: lactatos, tartratos, etc.

f) Clasificación hidrófila lipófila (BHL).

Griffin ideó una escala arbitraria de valores que sirve se como medida del balance hidrófilo-lipófilo (BHL) de los -- agentes superficialmente activos, esta clasificación se basa en el hecho de que las emulsiones de agua en aceite se preparan mejor con emulsificadores solubles en aceite y las emulsiones de aceite en agua se preparan con emulsificadores que se disuelven en agua, de esta forma el riesgo de equivocarse es mínimo.

Por medio de este sistema numérico de índices de BHL que se indica en la figura 1 es posible establecer un intervalo de la máxima eficiencia para cada tipo o clase de agente tensoactivo, deduciéndose de esta escala que cuanto más alto es el BHL de un agente, mayor es su carácter hidrófilo (20).

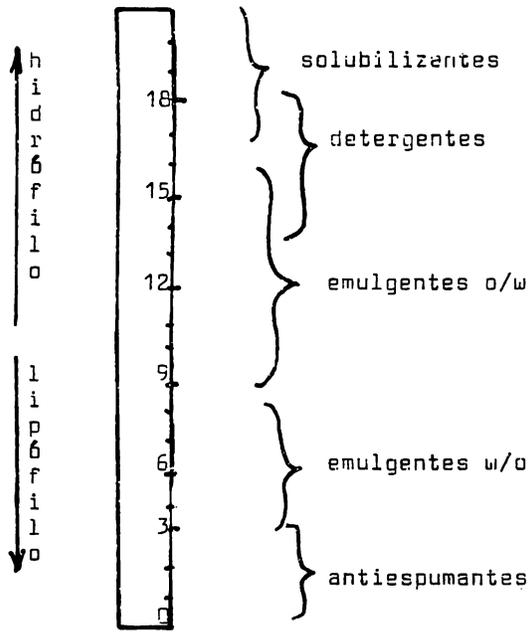


Figura 1.
 Escala que muestra la extensión de los valores de BHL de diversos tensoactivos. (Martin, pag. 600).

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I.

1. Moillet, L. J., Collie, B. & Black, W., Surface Activity, 2nd. Ed., pag. 416, D. Van Nostrand, Princenton New Jersey (1961).
2. Furia, T. E., Handbook of Food Additives, 2nd. Ed., pag. 416, CRC Press, Cleveland (1972).
3. Schwartz, M. A. (et al.) Surface Active Agents and Detergents, Vol. II, pags. 657-660, Interscience, New York (1958).
4. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 398.
5. Moillet, L. J. (op.cit.) pags. 3-4.
6. Shaw, D. J., Introducción a la química de coloides, 2a. Ed., pag. 83, Alhambra, Madrid (1970).
7. Moillet, L. J. (op.cit.) pag. 5.
8. Martín, N. A. & Madrid, S. P., Principios de fisicoquímica - para la farmacia y biología, pags. 599-600, Alhambra, Madrid (1967).
9. Moillet, L. J. (op.cit.) pags. 9-10.
10. Bennett, H., Bishop, L.J. Jr. & Wulfinghoff, F. M., Practical Emulsions, 3thd. Ed., Vol. I, pag. 41, Chemical Publishing, New York (1968).
11. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 398.
12. Codd, W. L. (et al.), Materials and Technology, Vol. I, pag. 275, Longman & De Bussy, London (1972).
13. Considine, M. D., Chemical and Process Technology Encyclopedia, pag. 1072, Mc. Graw-Hill, New York (1974).
14. Bennett, H. (op.cit.) pag. 41.
15. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 400.
16. Bennett, H. (op.cit.) pags. 40-41.
17. Ibid., pag. 42.
18. Codd, W. L. (op.cit.) pag. 274.
19. Bennett, H. (op.cit.) pags. 42-43.
20. Martín, N. A. (op.cit.) pag. 600.

CAPITULO II.

BREVE REVISION DE ASPECTOS LEGALES Y TOXICOLOGICOS.

2.1 Aspectos legales

2.1 Aspectos toxicológicos.

2.1. ASPECTOS LEGALES.

C Existen dos organismos a nivel mundial que se encargan de vigilar la salud humana en lo que se refiere a alimentos y medicamentos, estos organismos son: La Organización Mundial de la Salud (OMS ó WHO) y la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO). Estos dos organismos se encargan de la legislación de aditivos alimentarios por medio de su Comité de Expertos quienes publican periódicamente las evaluaciones que -- practican. De acuerdo con estas publicaciones se establecen -- normas y reglamentos en cada país.

En nuestro país la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública (S.S.A.) se encarga de todo lo que se refiere a salud humana, por medio de su Código Sanitario.]A continuación se -- mencionarán los reglamentos que se refieren a aditivos alimen--
tarios.

Artículo 24. Para los efectos de este reglamento se entiende por estabilizadores aquéllas sustancias destinadas a prevenir en los alimentos y bebidas cualquier cambio indeseable no con-- siderado en los artículos 18, 20 y 22 de este ordenamiento.

Artículo 25. Se entiende por emulsivos aquéllas sustancias -- que favorecen la formación de emulsiones. Dentro de este grupo deben comprenderse las sustancias que obran como protecto-- res de emulsión.

Artículo 26. Se entiende por enturbiadores aquéllas sustancias que producen turbidez al líquido.

Artículo 27. Se entiende por hidrolizantes a las preparaciones enzimáticas cuya acción sea hidrolítica.

Artículo 28. Se permite el empleo de los siguientes estabili-- zadores, emulsivos, enturbiadores e hidrolizantes: aceites -- comestibles bromados, agar-agar, alginato de sodio, azúcares en general, carboximetilcelulosa y su sal sódica, carragen, ca-- seina, gelatina; gomas arábica, de Karaya, tragacanto; mucf-- lagos de semillas que no contengan sustancias nocivas a la --

salud, pectina, polifosfatos de sodio y potasio, preparaciones enzimáticas, propilenglicol, terpenos, tinturas o alcoholatos de resinas y gomorresinas u oleorresinas que sean inocuas, sulfacetatos de mono y diglicéridos, sal de sodio del éster fosfórico de mono y diglicéridos. Otros cuya inocuidad sea demostrada ante la S.S.A.

Artículo 29. Se entiende por espumantes aquellas sustancias - que adicionadas a un líquido favorecen la formación de espuma.

Artículo 30. Se permite el empleo de los siguientes espumantes: albúminas, carboximetilcelulosa, gomas, gelatina, mucílagos vegetales que no contengan sustancias nocivas a la salud, Orozuz y sus derivados. Otros que a juicio de la S.S.A. no resulten nocivos a la salud.

Artículo 31. Se entiende por antiespumantes aquellas sustancias que adicionadas a un líquido disminuyen la formación de espuma.

Artículo 32. Se permite el empleo de los siguientes antiespumantes: metil polisiloxano. Otros cuya inocuidad sea demostrada ante la S.S.A.

Artículo 33. Se entiende por antisalpicientes aquellos productos que añadidos a las grasas o aceites comestibles evitan la proyección de las mismas al calentarse.

Artículo 34. Se permite el empleo de los siguientes: monoesterato de poliglicerilo, sal de sodio de sulfacetato de monoestearina. Otros cuya inocuidad sea demostrada a la S.S.A.

Artículo 37. Se entiende por humectantes aquellas sustancias destinadas a prevenir la pérdida de humedad de los productos alimenticios.

Artículo 38. Se permite el empleo de los siguientes antihumectantes: magnesia calcinada, fosfato tricálcico. Otros que a juicio de la S.S.A. sean inocuos (1).

En 1959 se publicaron los acuerdos del Congreso Latinoamericano de química en el "Código Latinoamericano de alimentos". Cuyos artículos de importancia respecto al tema son:

Artículo 615. Se consideran emulsificantes de uso permitido: las lecitinas, los mono y diglicéridos y el gliceropalmitato y los que en el futuro autorice la autoridad sanitaria. Los ésteres del sorbitán con ácidos grasos y los ésteres derivados polioxietilénicos del sorbitán con los ácidos grasos sólo podrán utilizarse previa autorización de la autoridad sanitaria para cada caso.

El monoestearato de glicerilo (GMS) podrá emplearse como estabilizador y emulsificador de los productos de panadería, confitería, pasteles, helados, cremas, coberturas de chocolates, condimentos y carnes envasadas desde 0.5% en helados hasta 6% en pasteles. El producto comercial que se emplee deberá responder a las siguientes exigencias: punto de fusión alrededor de 56°C, alfa monoestearato de glicerilo de 30 a 33%, -diestearato de glicerilo de 20 a 23% y glicerol libre de 3 a 5%.

Queda prohibido el empleo de aceites polimerizados altamente oxidados y de elevado grado de viscosidad (2).

2.2. ASPECTOS TOXICOLÓGICOS.

El Comité Mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios (3) hace las siguientes consideraciones generales:

"Deben tenerse en cuenta al tomar decisiones concernientes al empleo, los siguientes factores:

1. Los aditivos alimentarios no deberán utilizarse para encubrir tratamientos o manipulaciones defectuosas ni para engañar al consumidor respecto de la naturaleza o la calidad de los alimentos.
2. Se vigilará especialmente el empleo de los aditivos en -- aquéllos alimentos que constituyen la parte principal de la alimentación de ciertos sectores de una población o en los alimentos que pueden consumirse en cantidades particu-

larmente considerables en determinadas épocas del año.

3. La elección de los aditivos alimentarios deberá hacerse teniendo en cuenta los hábitos alimenticios predominantes en una población dada.

Antes de que pueda determinarse la verdadera importancia de la adición de un nuevo principio nutritivo particular (por ejemplo calcio o fósforo) o del empleo de un aditivo (por ejemplo un agente oxidante) capaces de alterar la composición de un alimento, habrá que tener en cuenta qué principios nutritivos esenciales contienen los diversos alimentos consumidos y cómo están distribuidos estos principios en tales alimentos.

A continuación se mencionarán las evaluaciones que publica el Comité de Expertos en aditivos alimentarios, referente a los tensoactivos que más se usan en alimentos.)

Acido Cólico.

Nombre químico: 3,7,12-ácido trihidroxicolánico.

Datos biológicos: Los mismos para el ácido desoxicólico.

Acido desoxicólico.

Nombre químico: 3,12-ácido dihidroxicolánico.

Datos bioquímicos: Estos ácidos biliares y sus sales se encuentran como constituyentes naturales de la bilis.

Entre 90 y 95% de los ácidos biliares se reabsorben principalmente en el intestino y efectúan la circulación enterohepática; en pequeñas cantidades se encuentran en el excremento y muy poca en la orina. Las sales biliares afectan la absorción de las grasas, de las vitaminas solubles en las grasas y de varios iones. En individuos normales la administración adicional de cantidades moderadas de ácidos o sales biliares por vía bucal no tienen efectos demostrables.

Existen también sales biliares en el lumen del intestino, -

que efectúan todas las funciones de absorción. Si hay deficiencia de sales biliares la administración podría ser benéfica. Las sales biliares estimulan la excreción de la bilis y por tanto aceleran su eliminación, así como también estimulan el movimiento del intestino.

La excreción de la fístula en el hombre es de 1 a 2.3 g -- diarios, cuando hay estimulación por la bilis, la excreción diaria se cuadruplica.

Toxicidad aguda: En dosis grandes pueden tener un efecto parecido al de las saponinas; su acción principal es la de irritar las mu cosas de las membranas. Parenteralmente son más tóxicos y pueden causar hemólisis o una acción como la de la digitalis en el cora zón y sistema nervioso central. Los efectos tóxicos se atribuyen a la acumulación de ácidos o sales biliares que también se encuentran en la ictericia obstructiva y desaparecen si la colestorami na adsorbe los ácidos biliares en el lumen intestinal y previe-- nen su reabsorción si se administran.

Estudios de corta duración: Se administraron 2 g diariamente a - niños con deficiencia de sales biliares durante once meses y no hubo efectos nocivos.

Comentarios: "No hay reportes de estudios a largo plazo en anima- les. Estos estudios no son necesarios ya que en cada persona -- circula alrededor de 1 g ó más de sales biliares.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 1.25 mg/Kg de peso corporal",

Derivados de celulosa o gomas modificadas.

- a) Hidroxipropil-metil-celulosa
- b) Metil-etil-celulosa
- c) Carboximetilcelulosa.

Aspectos bioquímicos: Los resultados de las investigaciones efec- tuadas no presentan efectos adversos. En un experimento en el que se alimentaron perros con una dieta que contenía 50 g/Kg de peso

corporal, sufrieron pérdida de peso, ligera diarrea y disminución de glóbulos rojos.

Los estudios de larga duración no presentan efectos perjudiciales, sólo en el caso de la hidroxipropilmetilcelulosa que se dió a ratas durante dos años en concentraciones del 20%, estos animales presentaron disminución de peso. Otros estudios revelan que las metil y etil celulosas son moléculas poco inertes que no se absorben en el tracto intestinal en un grado significativo.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 30 mg/Kg de peso corporal. Condicionalmente se pueden usar altos niveles para control dietético y de calorías" (4).

Lecitinas.

Sinónimos: Fosfátidos, fosfolípidos, fosfoluteína.

Aspectos bioquímicos: El metabolismo de la lecitina es ampliamente conocido, así como también que forma parte de las células humanas. Por esto mismo se considera una sustancia inocua.

Los estudios de corta duración hechos en el hombre indican que en cantidades de 25 a 40 g/día durante algunos meses provoca una disminución en la colesteroína del suero. Debido a esta intolerancia se limita su empleo.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 50 mg/Kg de peso corporal (además de la ingestión diaria con la ración usual)" (5).

Lecitina hidroxilada.

Aspectos bioquímicos: Este compuesto incrementa la extensibilidad del gluten y su dispersión en agua. No hay estudios metabólicos disponibles de la sustancia, que indiquen que es un constituyente esencial de todas las células del cuerpo humano.

Sobre estudios de largo plazo y toxicidad aguda no se tienen

datos disponibles.

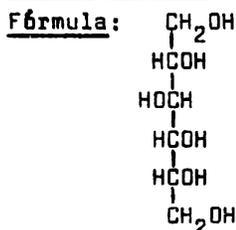
Estudios de corto plazo que se hicieron con ratas a las que se les practicó la autopsia no mostraron efectos adversos.

Comentarios: "Los fosfátidos que se preparan de diferentes fuentes causan varios efectos, sin embargo, no sería prudente asumir que la lecitina modificada se comporte similarmente en todos los aspectos como una lecitina no modificada. Las lecitinas son susceptibles de oxidarse. La lecitina hidroxilada no se ha estudiado en forma adecuada sobre todo toxicológicamente pues no hay datos disponibles que satisfagan su evaluación" (6).

Sorbita.

Sinónimos: D-sorbitol, D-sorbita.

Nombre químico: 1,2,3,4,5,6-hexanohexanol.



Peso molecular: 182.17

Aspectos bioquímicos: Se hicieron experimentos con sorbita marcada con C¹⁴ y se observó que el 75% de la dosis se metabolizó hasta CO₂, también se rastreó la concentración en sangre pero ésta era tan baja que no se podía cuantificar, la sorbita que se administró además de expelerse como CO₂ se excretó por la orina y se encontró también como glucógeno en el hígado. Se encontró además que la sorbita se oxida a fructosa por la acción de una enzima.

Experimentos hechos con ratas confirman que existen por lo menos dos vías para la oxidación de la sorbita en el organismo:

- La oxidación después de la transformación de la glucosa.
- La oxidación directa de la fructosa que se forma en primer lugar.

Se ha observado que la absorción de la sorbita es más lenta que la de la glucosa o la fructosa. Individuos normales y - diabéticos ingirieron una dosis oral de 35 g de sorbita y excretaron menos del 3% de dicha sustancia en la orina y no se descubrió en las heces.

Estudios de corta duración: Experimentos con conejos revelan en los exámenes histopatológicos de los órganos que no hay anormalidades. Se inyectaron 2.5 ml de una solución al 50% de sorbita por Kg de peso corporal a perros y hubo un notable efecto diurético durante una hora. En el hombre se administraron dosis al 5% de sorbita/Kg de peso corporal y había una cantidad de gas algo mayor en el intestino, en dosis mayores a los 50 g diarios había efectos laxantes probablemente por la velocidad relativamente -- pequeña con que se absorbe en el intestino delgado.

Los estudios de larga duración no indican efectos perjudiciales.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente (como aditivo alimentario) de 0 a 150 mg/Kg de peso corporal. Condicionalmente (como aditivo alimentario) no ha sido limitada".

Propilenglicol.

Sinónimos: Propanodiol-1,2 ó dihidroxi-1,2 propano ó metil glicol

Fórmula: $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OHCH}_3$

Aspectos bioquímicos: El propano diol y el fosfato de propano ediol son productos intermedios del catabolismo de la acetona en su transformación a acetato y formiato. El propanodiol se metaboliza por defosforilación oxidativa. En el hígado se transforma a ácido láctico.

Se hicieron experimentos en el hombre con dosis de 20 a 25% de este compuesto y se excretó en la orina en un lapso de 10 horas. Lung y colaboradores observaron que los estearatos de propilenglicol sufren una hidrólisis enzimática y una absorción análoga en el organismo a los estearatos de glicerina.

Toxicidad aguda: Se hicieron experimentos con el hombre y no se encontró acción sobre su metabolismo.

Estudios de larga duración que se hicieron en varias especies no muestran efectos significativos por lo tanto se da la siguiente evaluación:

"Ingestión diaria admisible para el hombre:

Incondicionalmente de 0 a 20 mg/Kg de peso corporal.

Condicionamente de 20 a 60 mg/Kg de peso corporal" (6).

Monoglicéridos y diglicéridos.

Sinónimos: Monoestearato de glicerol, monopalmitato de glicerol, monoestearina, monopalmitina, monocoleina, etc.

Fórmula estructural:

| | | |
|--|--|--|
| $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OOCR} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CHOOCR} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OOCR} \\ \\ \text{CHOOCR} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ |
| alfa mono | beta mono | alfa,beta |
| glicérido | glicérido | diglicérido |

Aspectos bioquímicos: La similitud que presentan estos compuestos dentro del organismo es que los triglicéridos se digieren en el conducto gastrointestinal transformándose en mono y diglicéridos, estos compuestos se absorben en las células del intestino y se convierten nuevamente en triglicéridos que constituyen el quilo.

No hay pruebas de que la presencia de mono y diglicéridos en las grasas alimenticias tenga efectos perjudiciales para el organismo.

Los estudios de corta y larga duración no muestran daños en los animales que ingieren poca cantidad de estos compuestos, hay ligeras atrofias en los animales que ingieren 25% de los compuestos. En el hombre no se han observado efectos perjudiciales por estos compuestos.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre:

Incondicionalmente 125 mg/Kg de peso corporal.

Condicionamente sin límite" (7).

Estearoil lactilato y sus sales de:

a) Calcio

b) Sodio

Aspectos bioquímicos: Se hizo una prueba de la hidrólisis de estos compuestos y se observó que se desdoblaron en ácido esteárico y ácido láctico. En otro experimento se alimentaron ratas con sales de sodio o bien de calcio y solamente excretaron trazas de lactato en heces, hubo buena utilización del ácido esteárico y del calcio. Otros experimentos que se hicieron para comparar una mezcla de ácido esteárico marcado con C^{14} y ácido láctico mostraron que 58% del C^{14} de la mezcla física se excretó en las primeras 24 horas como CO_2 a través de los pulmones y 61% del ácido láctico en forma similar, no hubo diferencia en la distribución y excreción de C^{14} en los animales que recibieron lactato en cualquiera de sus formas, por lo tanto, el lactato que se deriva del estearoil lactilato se metaboliza normalmente después de una liberación rápida y cuantitativa previa a la absorción. En lo referente a toxicidad aguda, todavía no se ha determinado, pues los experimentos no han sido claros.

Estudios de corta duración: Se han hecho varios experimentos con ratas cambiando parámetros como: concentración de las sales de estearoil lactilato, duración del experimento, los resultados de estos experimentos se dieron como respuesta de análisis minuciosos y detallados como: autopsia general de los animales y análisis clínicos especializados. La observación más marcada fue un aumento de peso de los órganos y principalmente del hígado para concentraciones de 5 y 12% de lactilato, retraso del crecimiento y la presencia de granulomata en tejido adiposo.

Uno de los experimentos que es importante mencionar, es el que se hizo para determinar el efecto de diferentes niveles de estearoil lactilato de calcio en el peso relativo del hígado, así como el efecto del nivel de grasa de una dieta y se observó que el peso relativo del hígado era normal cuando a las ratas se les daba una dieta normal en cuanto a contenido de grasas. Cuando --

las dietas contenían mezclas físicas de ácido esteárico, ácido láctico y carbonato de calcio en vez de estearoil lactilato de calcio se producían pesos relativos del hígado comparables a los controles. También se hizo un estudio con perros a los que se les dió estearoil lactilato de calcio durante dos años y no se observaron diferencias con los animales control.

Comentarios: "Los estudios de corta duración han sido exhaustivos y han mostrado que en niveles menores del 2% en la dieta no se producen efectos en el crecimiento o en el peso del hígado. Parece que el perro es una especie menos sensible a estos compuestos. Sería importante efectuar estudios metabólicos en el hombre para descubrir diferencias?"

Evaluación: "Estimación aceptable como ingestión diaria para el hombre, temporalmente aceptada: de 0 a 2.5 mg/Kg de peso corporal."

Estearil citrato.

Aspectos bioquímicos: El estearil citrato por hidrólisis enzimática puede producir alcohol estearílico y ácido cítrico. Hay evidencias de que esto ocurre en perros y en menor cantidad en ratas.

Se estudió el efecto del citrato de estearilo en la absorción y digestibilidad de las grasas y la del mismo compuesto en ratas y en perros y se encontró que la absorción de grasas después de 4 y 6 horas no se afectó por la presencia del aditivo. Otros estudios que se hicieron con ratas con diferentes cantidades del aditivo demostraron que la digestibilidad de grasa disminuye al aumentar el aditivo. Un estudio con perros que se alimentaron con una dieta que contenía 3% de estearil citrato encontró que la digestibilidad normal fué de 95% en los controles y de 80% en la dieta prueba, la digestibilidad de estearil citrato fué 52% en un nivel de 3%.

Estudios de corta duración: Se hicieron varios experimentos con ratas a las que les administraron dietas con diferentes cantidades de estearil citrato y en diferentes intervalos de tiempo sin

encontrar efectos adversos en el crecimiento ni aun en las crías de estos animales, tampoco en la lactancia ni en el peso corporal. También se probó este aditivo con conejos sin encontrar efectos nocivos - excepto - a un animal que tuvo pérdida de peso durante el principio del experimento; los exámenes histopatológicos no mostraron efectos contrarios. Se hizo un experimento con perros sin encontrar daños, los exámenes histopatológicos en riñones e hígado no mostraron evidencias patológicas.

Estudios de larga duración: Durante dos años, se alimentaron ratas con diferentes cantidades de estearil citrato y no se encontraron variaciones en el peso, los exámenes histopatológicos fueron normales, hubo calcificación metastásica y los tumores no fueron diferentes a los de los grupos control.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre, aceptada temporalmente: de 0 a 1.25 mg/Kg de peso corporal".

Esteres de sacarosa de ácidos grasos.

- a) Monopalmitato de sacarosa
- b) Monoestearato de sacarosa
- c) Monooleato de sacarosa
- d) Monolinato de sacarosa

Aspectos bioquímicos: La acción pancreática o las enzimas intestinales hidrolizan con mucha dificultad la unión éster. Se observó que la presencia de monopalmitato de sacarosa no tuvo efectos en la absorción de calcio de una solución de cloruro de calcio - que se dio intragástricamente a seis perros. Se hizo un experimento con perros para comparar la absorción de calcio y se observó que fué elevada comparando la solución control y la solución que contenía monopalmitato de sacarosa. Al aplicar inyecciones - intramusculares de 300,000 USP de vitamina D, los niveles en la sangre disminuían en ambos casos pero en la solución que contenía monopalmitato de sacarosa eran menores.

En el caso del monoestearato de sacarosa se ha demostrado -

que el intestino es capaz de hidrolizar la unión glucosídica de este compuesto para dar glucosa y fructosa.

Con el monooleato de sacarosa se observó que los homogeneizados de la mucosa intestinal y de hígado fueron capaces de hidrolizar la unión éster casi completamente en 60 minutos atacando a la unión glucosídica. Las enzimas del perro actúan en forma efectiva y similar. Se hicieron experimentos que demostraron que una porción del ácido linoleico se absorbe en la linfa, no se encontró ácido linoleico en la bilis de los animales que ingirieron el éster durante 48 horas y solamente apareció después de 72 horas en los controles que ingirieron este ácido.

Toxicidad aguda: Se administraron 0.5 g/Kg de peso corporal de monopalmitato de sacarosa a ratones por vía intravenosa y se produjo hemólisis. De los otros compuestos no se dispone de datos que sirvan para toxicidad.

Estudios de corta duración: Se hicieron estudios con ratas alimentándolas con concentraciones de 0 a 25% de palmitato de sacarosa durante 100 días y se observó que a las concentraciones de 2 y 3% hubo reducción de peso corporal, en la concentración de 5% hubo diarrea y murieron varias ratas, con concentraciones de 10 y 25% no sobrevivieron la primera semana y sus heces eran blancas y semiblandas.

En el caso de monooleato de sacarosa se alimentaron ratas con concentraciones de 0 a 20% del éster durante 6 meses, se encontró que en la concentración de 20% (0.09% de dimetilformamida) hubo retraso del crecimiento, con concentraciones de 10 y 20% hubo diarrea, sin embargo los animales toleraron bien esta dosis.

Sobre el monoestearato de sacarosa y el monolinolinato de sacarosa no hay datos disponibles para estudios de corta duración.

Estudios de larga duración: Se hizo un estudio del monopalmitato de sacarosa durante dos años con perros que recibieron diferentes concentraciones del compuesto sin que hubiera anomalías o diferencias entre el grupo problema y el grupo control. De este compuesto se hizo un estudio durante dos años con ratas con concentraciones de 0.3, 1 y 3%, únicamente hubo anomalías con -

la concentración de 3%, disminución de peso, menor consumo de -- alimento, en los primeros seis meses hubo una muerte por pielonefritis bilateral. Este experimento se repitió siguiendo tres - generaciones de ratas, se practicó la autopsia, se compararon la gestación y la lactancia sin encontrar resultados significativos. Para los otros compuestos no hay datos disponibles.

Esteres de sacarosa de aceite de palma.

Aspectos bioquímicos: En un experimento con ratas a las que se les ligó el píloro y recibieron una suspensión de ésteres de sacarosa de aceite de palma por vía intragástrica no se encontró - evidencia de hidrólisis digestiva en el término de 8 horas.

Estudios de corta duración: Se hicieron experimentos con ratas - que recibieron dietas que contenían 10 g/Kg de peso corporal y 0 ó 50 ml por Kg de peso corporal del éster de sacarosa al 10% y 10 ml por Kg de peso corporal del éster al 50%, se observó que - los grupos prueba aumentaron ligeramente de peso y presentaron - depósitos considerables de grasa en sus esqueletos en comparación con los grupos control. Se han hecho otros experimentos variando las concentraciones de los ésteres y el tiempo de duración, en - la lactancia, se han hecho análisis minuciosos como: histológi--cos, hematológicos, bioquímicos, autopsias y únicamente se encon- traron cantidades elevadas de lípidos en el hígado.

Estudios de larga duración: Como en otros compuestos también se hicieron experimentos variando, tiempo y concentraciones sin en- contrar efectos adversos. Un estudio más completo se hizo con ra- tas durante dos generaciones a las que se les dió diariamente -- una dieta con 0 y 5 g por Kg de peso corporal del éster que con- tenía a su vez 68 p.p.m. de dimetilformamida, se observó a los - padres durante dos años y no se detectaron anomalías.

Esteres de sacarosa de manteca y sebo.

Aspectos bioquímicos: En los experimentos que se han hecho con estos compuestos en perros por vía intragástrica, con trioleína marcada con I^{131} , se midió la actividad del plasma por absorción después de determinado tiempo; otros experimentos midieron absorción intestinal con cloruro de calcio en solución o bien en forma de emulsión. Se hizo otro experimento como los anteriores pero se ligó el ducto del páncreas, se tomaron muestras de sangre pre y post operación, sin encontrar efectos significativos en todos los experimentos realizados. Un experimento que se hizo con perros y con humanos que recibieron 100 g del éster, únicamente presentaron turbidez en el plasma e incremento de grasa fecal.

Toxicidad aguda: Se han hecho varios experimentos con ratas que recibieron gramos de estos ésteres, los animales que recibieron 10 g/Kg de peso corporal tuvieron diarrea y muerte por sobredistensión. También se administraron estos compuestos a conejos y ratones sin efectos adversos. Un estudio que se hizo con perros que recibieron cantidades de 40 g y más de estos ésteres además de mono, di y triglicéridos sin presentar efectos gastrointestinales, nada más la turbidez del plasma, fué menor en los perros que recibieron el éster sólo.

Estudios de corta duración: En un experimento con ratas que recibieron el éster en su dieta en concentraciones de 5, 10 y 25%, se encontró que en los niveles de 10 y 25% hubo pérdida de peso y disminución de la eficiencia y consumo de alimentos, no hubo otras anomalías solo las ratas que ingirieron 25% mostraron esteatosis del hígado.

Estudios de larga duración: Se hizo un experimento con ratas durante 24 y 28 meses con estos compuestos sin encontrar novedades. Otro experimento de dos años con dos generaciones de ratas que recibieron 0 y 5 g/Kg de peso corporal del éster que contenía 52 p.p.m. de dimetilformamida, los resultados fueron: de la generación de padres murieron tres machos por enfermedad respiratoria, no hubo tumores malignos, los exámenes hematológicos y las proteínas del plasma fueron normales.

A los animales de la segunda generación se les hizo una autopsia a los 14 meses de vida sin encontrar tumores adversos en la fertilidad ni en el desarrollo fetal.

Información suplementaria de dimetilformamida.

Aspectos bioquímicos: La dimetilformamida es un disolvente industrial cuyo metabolismo se desconoce. En concentraciones elevadas produce lesiones tipo carbonización en el hígado que aparentemente son similares a las que causan ciertos hidrocarburos clorados o nitrosaminas. A continuación se mencionarán algunos experimentos que hicieron varios investigadores para comprobar los daños que causa este compuesto particularmente en el hígado.

Se comprobó en varias especies que al inyectar el compuesto por vía intraperitoneal se causaba hiperglicemia durante 24 horas. Al inyectar a ratas y gatos por vía intravenosa había corta vida, hipotensión seguida de breve hipertensión. Otro experimento también con gatos y ratas mostró que este compuesto causaba necrosis del hígado, aumento de los riñones (en ratas) y degeneración de las grasas del hígado en los gatos. En las ratas la administración oral de 1.84 mg/Kg de peso corporal diariamente durante 10 días causó la muerte del 75% de los animales con evidencias de hemorragias gástrica y pulmonar.

En perros había pocos efectos, estos animales respondieron con fuertes y duraderas contracciones duodenales, respiración leve. Los gatos y los conejos mostraron severa degeneración de las grasas, necrosis del hígado asociada con pérdida de peso y anorexia. En ratones se aplicaron dosis simples y hubo depresión y parálisis de las patas posteriores, en forma diluida (20% en agua) se produjo una cuarta parte de la toxicidad del material sin diluir; aplicaciones de 3.5 g/Kg de peso corporal se produjo necrosis del hígado.

En el hombre y en el conejo, la dimetilformamida, se absorbe a través de la piel, irritándola, así como también a la conjuntiva del ojo en conejos.

Los resultados de los estudios especiales indican que la dimetilformamida incrementa la actividad biológica como sinergista, actúa bacteriostáticamente.

Estudios de corta duración: Un estudio que se hizo con ratones - con una solución al 30% produjo la muerte de dos animales y los demás presentaron necrosis del hígado e infiltración de grasa. En ratas se hicieron varios experimentos con diferentes concentraciones de dimetilformamida, los resultados fueron: ligera congestión de los riñones, discreta esteatosis hepática, pérdida de peso, reducción de la ingestión de alimentos, aumento del hígado. En altas concentraciones (0.5%) hubo anemia, leucocitosis, lesiones en el hígado e hipercolesterolemia. La administración oral - de 1.88 g/Kg de peso corporal de dimetilformamida no diluida, diariamente durante diez días causó la muerte al 75% de los animales con marcada hemorragia pulmonar.

Se hicieron estudios por separado con conejos, gatos y perros administrándoseles el compuesto oralmente y por inhalación sin encontrar daños.

No hay datos disponibles sobre estudios de larga duración. Comentarios: "Se desconoce el metabolismo de este compuesto. En concentraciones elevadas produce lesiones en el hígado aparentemente similares a las que causan los hidrocarburos clorinados o las nitrosaminas. SE requieren estudios a largo plazo para ver su actividad acumulativa principalmente en la patología del hígado".

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Temporalmente aceptada de 0 a 25 mg/Kg de peso corporal. (Esto se aplica al contenido de dimetilformamida que no exceda de 50 p.p.m.)" (8).

Esteres de ácido acético y de ácidos grasos del glicerol.

Sinónimos: Mono y diglicéridos acetilados, acetoglicéridos, acetograsas.

Fórmula estructural:

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OR} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OR}' \\ | \\ \text{CH}_2\text{OR}'' \end{array}$$

donde R, R', R'', representan ácidos grasos o ácido acético, en el caso de mono o di-ésteres R o R' pueden ser hidrógenos.

Aspectos bioquímicos: Se observó que los ácidos grasos en los tri-glicéridos se pueden reemplazar con uno o más grupos de ácido acé-tico para producir mono o diacetinas (acetoglicéridos) los cuales son resistentes a cambios de consistencia, color y a la rancidez oxidativa. Las acetooleinas se absorben mejor que las acetoestearinas. Se estimaron los lípidos fecales en ratas y se observó ma-yor absorción (menor excreción) de acetoglicéridos insaturados - (acetooleinas) que de acetoglicéridos saturados (acetoestearinas).

Se hizo un experimento con ratas a las que se les ligó el píloro; se observó que la absorción por las paredes del estómago era más rápida con ácido acético que con glicerol y la monoace-tina. También se demostró que las acetooleinas se absorben más - rápido que las acetoestearinas. Los coeficientes de digestibili-dad de los acetoglicéridos (20% en la dieta) son entre 94 y 99%.

En los estudios de corto plazo no hubo resultados de gran - significado excepto que el coeficiente de utilización fué mayor para la acetoestearina.

Los estudios a largo plazo con acetooleina presentaron daños testiculares y supresión de la espermatogénesis en todos los gru-pos de ratas. Estos daños también resultaron de los experimentos con acetoestearinas y acetooleinas, así como, la utilización de los alimentos fué menor con las acetoestearinas que con las ace-tooleinas. A partir de estos estudios se concluyó que los aceto-glicéridos se hidrolizan en el tracto intestinal y se comportan dentro del cuerpo como otros glicéridos.

Comentarios: "Los estudios de digestibilidad son de valor limi-tado, sin embargo, en cantidades adecuadas como las de grasa lí-pídica similar a la de la dieta asegura una absorción satisfac-toria. La evaluación se basa en estudios bioquímicos y metabóli-cos ya que los antecedentes de estos compuestos nos dicen que -- forman parte de la dieta normal".

Evaluación: "Ingestión diaria aceptada para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 100 mg/Kg de peso corporal (como suma de ésteres de glicerol de ácidos grasos y acético)".

Esteres de ácidos grasos del glicerol y de ácido cítrico.

- a) Citratos de mono y diglicéridos, ~~ésteres~~ del ácido cítrico de mono y diglicéridos.
- b) Acido diacetil tartárico, ésteres diacetilados, ésteres de - mono y diglicéridos.
- c) Mono lactatos y diglicéridos, ésteres del ácido láctico de - mono y diglicéridos.
- d) Mezclas de ácido tartárico, ácido acético, monotartratos y - diglicéridos.

Aspectos bioquímicos: En general estos compuestos se hidrolizan metabólicamente para dar las unidades simples como son los ácidos de que están compuestos, ésteres del glicerol y los ácidos grasos. También se confirmó experimentalmente que hay un metabolismo completo hasta expeler CO₂ y excreción por la orina.

Los estudios de corta y larga duración no muestran efectos nocivos.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 100 mg/Kg de peso corporal. (En base a la grasa que se metaboliza y a la carencia de toxicidad del - ácido correspondiente y de los ésteres del glicerol)".

Acido láctico y ésteres de ácidos grasos del glicerol.

Sinónimos: Mono-lactatos y diglicéridos, ésteres de ácido láctico de mono y diglicéridos.

Aspectos bioquímicos: En especial se estudió la hidrólisis en presencia de lipasa pancreática del lactopalmitato de glicerol y se encontró que hubo un rompimiento de la unión éster para - dar: glicerol, ácido láctico y ácido palmítico.

Otros estudios que se hicieron de este mismo compuesto marcado con C¹⁴ demostraron que hay metabolismo completo hasta expe-
ler CO₂.

Los estudios de corta y larga duración no muestran efectos tóxicos.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 100 mg/Kg de peso corporal".

Mezcla de ácido tartárico, ácido acético y ésteres de ácidos grasos del glicerol.

Sinónimos: Monotartratos y diglicéridos, ésteres de ácido tartárico de mono y diglicéridos.

Aspectos bioquímicos: En medio acuoso esta sustancia se hidroliza espontáneamente en ácido tartárico libre, ésteres de glicerol, - ácido acético y ácidos grasos.

No hay datos disponibles para estudios de corta duración.

Los estudios de larga duración con ratas muestran que no - hay efectos indeseables.

Comentarios: "Los experimentos muestran que no hay evidencias de efectos tóxicos en la administración de estos ésteres. Aun más - este aditivo se hidroliza en el tracto intestinal como un consti-
tuyente de la dieta normal. La evaluación se basa en el contenido de ácido tartárico. (FAO/WHO, 1965a, 1965b)".

Evaluación: "Ingestión diaria aceptada para el hombre: Incondicionalmente aceptada de 0 a 100 mg/Kg de peso corporal. Como suma total de ésteres de glicerol de ácidos grasos y acético, cítrico, láctico y tartárico previendo que el total de aditivos alimenticios que se ingiera no exceda de :
DL-ácido láctico de 0 a 100 mg/Kg de peso corporal (aceptada incondicionalmente).

Acido tartárico:

Aceptado incondicionalmente de 0 a 6 mg/Kg de peso corporal.

Condionalmente aceptada de 6 a 20 mg/Kg de peso corporal sin - incluir las cantidades que ocurren en la naturaleza".

Acido diacetil tartárico y ésteres de ácidos grasos del glicerol.

Sinónimos: Esteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos, ésteres de ácidos tartáricos, ésteres diacetilados, ésteres de mono y diglicéridos.

Aspectos bioquímicos: Se alimentaron animales con ésteres de ácidos acetil tartáricos de mono y diglicéridos marcados con C¹⁴ y se observó que éstos ésteres se metabolizaron con un coeficiente de digestibilidad del 90% para dar CO₂ y excretarse por la orina. También se demostró que éstos ésteres en medio acuoso se hidrolizan para dar mono y diglicéridos y ácido tartárico acetilado.

Toxicidad aguda: En experimentos que se hicieron con ratas y conejos se observó que toleraron por vía intragástrica dosis de 30 g/Kg de peso corporal y 27 g/Kg de peso corporal sin efectos tóxicos.

También se hicieron estudios de corta y larga duración con perros y con ratas sin encontrarse efectos nocivos.

Evaluación: "Ingestión diaria aceptada para el hombre:

Incondicionalmente aceptada de 0 a 25 mg/Kg de peso corporal

Condicionalmente aceptada de 25 a 50 mg/Kg de peso corporal".

Esteres de poliglicerol de ácidos grasos.

Sinónimos: Esteres de ácidos grasos de poliglicerol, ésteres de ácidos grasos de glicerol.

Fórmula estructural:
$$R-(OCH_2-\underset{\substack{| \\ OR}}{CH}-CH_2)_n-R$$

"n" no debe ser mayor de 3, R es un ácido graso parcial o un radical hidrógeno.

Aspectos bioquímicos: Los compuestos que forman este grupo, son de composición compleja. Sin embargo, en sus partes individuales se encuentran como glicerol, mono, di y triésteres de ácidos grasos.

Toxicidad aguda: Se hicieron estudios con ratas a las que se

les administraron por intubación 10 g/Kg de peso corporal, durante 5 días, a otras se les inyectaron 7 g/Kg de peso corporal sin encontrar toxicidad. A otros grupos se les administraron 30 g/Kg de peso corporal y hubo una reacción peritoneal sin causar la muerte.

Estudios de corta duración: En el hombre: se consiguieron 37 voluntarios cuya edad era de 19 a 24 años a los que se les dieron entre 2 y 20 g de éster de poliglicerol en su dieta durante 3 semanas, se hicieron análisis clínicos sumamente específicos sin encontrar daños.

Los estudios de larga duración no indican efectos nocivos. Comentarios: "Por las evidencias de los experimentos se asume que estos compuestos no presentan toxicidad y solamente se afectan las propiedades físicas y emulsificantes de cada éster. De los estudios metabólicos se puede decir que la hidrólisis de estos ésteres en el tracto gastrointestinal y los estudios de utilización y digestibilidad justifican que el ácido graso se metaboliza normalmente. Los estudios analíticos indican que no hay acumulación de poliglicerol en los tejidos del cuerpo. Los estudios en humanos muestran que no hay efectos adversos.

Evaluación: "Ingestión diaria para el hombre: Incondicionalmente de 0 a 12.5 mg/Kg de peso corporal".

Esteres de propilenglicol de ácidos grasos.

Descripción química: Mezclas de mono y di-ésteres de propilenglicol de ácidos grasos y de grasas alimenticias (PGDS).

Aspectos bioquímicos: Se encontró que la lipasa y la esteapsina hidrolizan este compuesto en un 70%.

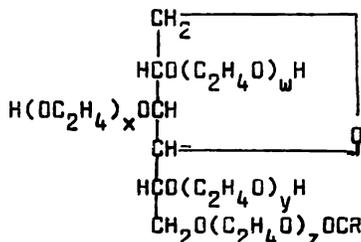
Estudios de corta duración: Se alimentaron ratas durante 40 días con 60% de éster de propilenglicol sin encontrar efectos adversos en el peso del animal. El examen histológico de los riñones no presentó lesiones.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre:
 Incondicionalmente de 0 a 20 mg/Kg de peso corporal
 Condicionamente de 20 a 60 mg/Kg de peso corporal.
 Estas dosis se calcularon como contenido de propilenglicol según
 el séptimo Reporte de la Junta FAO/WHO del Comité de Expertos
 en aditivos. FAO/WHO, 1964" (9).

Esteres polioxietilénicos de sorbitán.

- a) Monolaurato de polioxietilen (20) sorbitán o polisorbato 20
- b) Monooleato de polioxietilen (20) sorbitán o polisorbato 80
- c) Monopalmitato de polioxietilen (20) sorbitán o polisorbato 40
- d) Monoestearato de polioxietilen (20) sorbitán o polisorbato 60
- e) Triestearato de polioxietilen (20) sorbitán o polisorbato 65.

Fórmula estructural:



En donde $w+x+y+z=20$ aproximadamente, RCO^- es la fracción de ácido graso.

Aspectos bioquímicos: Se puede considerar que los ésteres de sorbitán tienen la misma vía de degradación y de eliminación (aire expulsado, orina y heces). El coeficiente de digestibilidad de las fracciones ácido graso de estos compuestos oscila entre 84 y 100%.

Toxicidad aguda: Se administraron accidentalmente 19.2 g/Kg de peso corporal de monooleato de polioxietilen (20) sorbitán durante dos días sucesivos a un niño y únicamente hubo una acción purgante.

En estudios de corta duración con Hamsters se encontraron casos de muerte, diarrea crónica y cambios en diversos órganos

cuando se administraron dosis de 5, 10 y 15% de polisorbato 40. Se han hecho estudios en perros, monos y en el hombre sin encontrar efectos perjudiciales. En el hombre 100 individuos adultos ingirieron diariamente (10 durante 3 a 4 años, 17 durante 2 ó 3 años, 19 durante 1 ó 2 años y 54 durante menos de un año) de 4.5 a 6 g de monooleato de polioxietilen (20) sorbitán sin que pudie sen demostrarse daños perjudiciales. Estos resultados los han -- confirmado otros autores.

Los estudios de larga duración en ratas han sido muy minu-- ciosos y además tienen bases estadísticas, unicamente se encon-- tró que con las concentraciones de 10 y 25% de monoestearato de polioxietilen (20) sorbitán hubo diarrea e hipertrofia del ciego. Estos estudios se hicieron a lo largo de tres generaciones suce-- sivas, comprendiendo: gestación, fecundidad y mortalidad sin en-- contrar efectos nocivos en bajas concentraciones.

Investigaciones más recientes indican que el hombre tolera bien dosis considerables de oleato y estearato.

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre:

Incondicionalmente de 0 a 25 mg/Kg de peso corporal

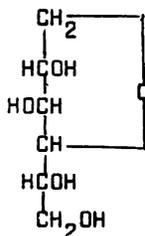
Condicionamente de 5 a 50 mg/Kg de peso corporal.

Esta ingestión se expresa como ingestión de polioxietileno" (10).

Monoésteres de sorbitán.

- a) Monopalmitato de sorbitán
- b) Monoestearato de sorbitán
- c) Triestearato de sorbitán
- d) Monooleato de sorbitán-Span 80.

Fórmula estructural:



1,4-sorbitán

Aspectos bioquímicos: Se hicieron estudios con estos compuestos marcados con C^{14} , los resultados indicaron que se hidrolizan dando ácido esteárico y anhídridos de la sorbita mientras que la otra fracción se espira como CO_2 .

En experimentos que se hicieron con hombres tanto a corto como a largo plazo no mostraron efectos notables. Desde el punto de vista toxicológico podría considerarse que los ésteres de sorbitán en general siguen la misma vía de biodegradación y de eliminación. De acuerdo con estos estudios se estimó una "ingestión diaria admisible (IDA) de 3.25 g/día para adulto con un nivel máximo de consumo de derivados de sorbitán (1970) menor de 0.5 g por persona por día".

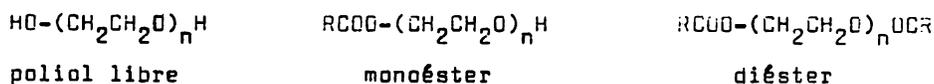
Comentarios: "Los ésteres parciales del sorbitán se han investigado concienzudamente en experimentos de corta y larga duración. Estas sustancias se han estudiado también en el hombre. Desde el punto de vista toxicológico, las pruebas recogidas pueden considerarse válidas para los monoesteratos y triesteratos de sorbitán y para el monopalmitato de sorbitán".

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre:
 Incondicionalmente de 0 a 25 mg/Kg de peso corporal
 Condicionalmente de 25 a 50 mg/Kg de peso corporal.
 Estas cantidades se calcularon como un total de ésteres parciales de sorbitán en base al monoesterato de sorbitán" (11) y (12).

Ésteres de polioxietileno.

- a) Estearato de polioxietileno (8).
- b) Estearato de polioxietileno (40) o monoesterato de polioxietileno (40).

Fórmula estructural: El estearato de polioxietileno (8) se puede representar por las fórmulas:



donde $RCOO$ es la fracción ácido graso y "n" vale 7.5 aproxima--

damente para el estearato de polioxietileno (8). En el caso de polioxietileno (40) "n" vale 40.

Aspectos bioquímicos: En 1958 la National Academy of Sciences, Food Protection Committee, alimentó niños diariamente con estearato de polioxietileno (8) y encontró que la excreción de esta fracción fué completa en un término de 24 a 32 horas sin acumulación en el organismo. En otro estudio se administró por vía bucal estearato de polioxietileno (40) a hombres y se observó que este compuesto se eliminó en las heces y en la orina. Oser aseguró que el coeficiente de digestibilidad era del 96%.

Estudios de corta duración: Se hicieron estudios con polioxietileno (8) (25%) en ratas, hubo un aumento en el peso de los riñones el cual disminuyó al bajar la concentración a 10%. Durante 5 y 66 días, 10 hombres recibieron diariamente de 3 a 6 g de estearato de polioxietileno (8) sin que les causara efectos perjudiciales.

Estudios de larga duración: Se han hecho estudios de estos compuestos en ratas durante toda su vida, al concluir los experimentos se hicieron estudios especializados de sus órganos, en algunos casos se encontraron algunos órganos dañados pero se observó que correspondían a animales que recibieron dosis exageradas.

Se observó que los ésteres de polioxietileno (8) se absorben en mayor cantidad y en grandes dosis originan cálculos vesiculares. El polioxietileno (40) se absorbe mal y a veces tiene efecto laxante en dosis de 5% o mayores, en dosis menores, no se presenta este efecto.

Comentarios: "Los efectos biológicos del estearato de polioxietileno (8) se han investigado ampliamente en estudios más recientes de corta y larga duración y constituyen una base adecuada para la evaluación. Se considera que este éster no es carcinógeno y que los tumores vesiculares que se observaron cuando se administró en concentraciones de 20 y 25% pueden atribuirse a la presencia de cálculos en la vejiga que no aparecen con las concentraciones menores de éster, concentraciones que son todavía muy superiores a las que se utilizarían en alimentos. Se ha puesto -

en duda la validez del empleo de concentraciones mayores al 10% en la determinación del peligro de intoxicación de un aditivo -- alimentario.

Aunque los estudios con estearato de polioxietileno (40) no son tan amplios como los relativos al polioxietileno (8) son lo bastante completos para permitir la evaluación.

La diferencia principal entre éstos es que la fracción poli oxietileno (8) se absorbe en mayor medida que cuando se emplea en dosis muy grandes (20% o más de la ración alimenticia) origina cálculos vesiculares.

El polioxietileno (40) se absorbe mal y a veces tiene un efecto laxante cuando se usa en concentraciones del 50% o más, - este efecto no ocurre en el caso de la ingestión de dosis menores y a este respecto carece de significado toxicológico".

Evaluación: "Ingestión diaria admisible para el hombre:

Incondicionalmente de 0 a 25 mg/Kg de peso corporal

Condicionamente de 25 a 50 mg/Kg de peso corporal" (13).

BIBLIOGRAFÍA.

CAPITULO II.

1. México, Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública. Sección e Información de Leyes dependiente de la Dirección General de Asuntos Legales, Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, pag. 435, edición supervisada por Elena López Mateos, Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, México (1973).
2. VII Congreso Latinoamericano de Química, pag. 266, Sidus, Argentina (1960).
3. Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: Emulsificantes, estabilizadores, blanqueantes y maduradores, 7o. informe del Comité Mixto FAO-OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Publicado conjuntamente por la FAO y la OMS y reproducido en la Organización Mundial de la Salud, pag. 4, Serie de Informes Técnicos No. 281, Ginebra, Suiza (1964).
4. Toxicological Evaluation of some Antimicrobials, Antioxidants, Fluor Treatment Agents, Acids and Bases, pags. 75-83, Joint - FAO-WHO Expert Committee on Food Additives wich met in Geneva (1967).
5. Normas de identidad y de pureza . . . (op.cit.) pags. 165, 168, 169.
6. Toxicological Evaluation of some Food Colours, Emulsifiers, Stabilizers, Anticaking and other Substances, Thirteenth Report of the Joint on Food Additives, pag. 127, Joint FAO- WHO Expert Committee on Food Additives wich met in Rome 27 May-4 June (1969).
7. Normas de identidad y de pureza . . . (op.cit.) pags. 103, 107-109, 123, 125-127, 158, 162-164.
8. Toxicological Evaluation of some Food Colours . . . (op.cit.) pags. 109-113, 115-124.
9. Toxicological Evaluation of some Antimicrobials . . .(op.cit.) pags. 71-73, 90-92, 93-94, 96-103.

10. Normas de identidad y de pureza . . . (op.cit.) pags. 142, 146, 148, 150, 152-157.
11. Ibid., pags. 110, 115, 117, 119-122.
12. Ingram, J. A. (et al.) "Short-term Toxicity Study of Sorbitan Mono-oleate (Span 80) in Rats", Food and Cosmetics Toxicology, 16 (6) 535-42 (1978).
13. Normas de identidad y de pureza . . . (op.cit.) pags. 128, 134-138, 140-141.

CAPITULO III

FUNCIONES Y APLICACIONES EN LA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

- 3.1. Cereales
- 3.2. Pasteles, mezclas para pasteles y pudines
- 3.3. Pastas
- 3.4. Harina para confitería
- 3.5. Cocoa instantánea
- 3.6. Gomas de mascar
- 3.7. Helados
- 3.8. Sustitutos lácteos
- 3.9. Lácteos
- 3.10. Mayonesa y aderezos para ensaladas
- 3.11. Shortenings
- 3.12. Cubiertas protectoras
- 3.13. Productos cárnicos
- 3.14. Varios
- 3.15. Selección del sistema BHL

3.1. CEREALES.

Una de las principales aplicaciones de los agentes superficialmente activos es en la panificación. Los métodos de producción actual, técnicas de empaclado y canales de distribución han creado demandas en las formulaciones del pan que no existían hace pocas décadas. Los agentes superficialmente activos tienen una acción notable en el pan ya que ejercen un efecto benéfico en el volumen de la miga y son capaces de retardar el endurecimiento del migajón, llamado convencionalmente, envejecimiento del pan.

Durante el horneado el almidón se gelatiniza. La amilosa, polímero lineal de glucosa (aproximadamente 300 moléculas de monosacárido por mol de polímero) se cristaliza irreversiblemente proporcionando al pan un mejor sostén estructural. Este proceso implica una retrogradación de la amilosa la cual sufre una paralelización y su consecuente asociación con otros polímeros de amilosa a través de uniones hidrógeno.

La explicación exacta de la acción física o química de los tensoactivos en la inhibición de la cristalización del almidón no está completamente entendida. Algunos químicos atribuyen esta acción a que el tensoactivo entra a la hélice de la molécula del almidón y previene o retarda la asociación por medio de las uniones de hidrógeno. Figura 2.

La figura 2A muestra un pan sin tensoactivo en el cual las moléculas lineales de amilosa se disuelven y difunden desde los gránulos de almidón hinchados y forman una malla o gel permanente entre éstas.

En la figura 2B se observa que el monoglicérido (tensoactivo), forma un complejo helicoidal insoluble con las moléculas lineales y las inmoviliza dentro de los gránulos hinchados por lo que no se desarrolla el gel entre ellos y el pan fresco es deformable y plástico.

La fracción de amilopectina empieza a cristalizarse lentamente después del cocimiento del pan, esta cristalización -

o coacervación continua por varios días después de que el pan se hornea. Durante la gelatinización la humedad es atrapada en los intersticios de las ramificaciones de amilopectina.

En la coacervación el agua ligada se separa como agua libre que migra hacia la cubierta y la hace correosa. La coacervación de amilopectina causa un incremento gradual en la dureza del pan con el paso del tiempo, siendo este el factor más importante de los tres que implican el envejecimiento, que son: dureza del miga, pérdida del sabor y pérdida de la fragilidad de la cubierta.

El agente superficialmente activo, retarda la coacervación y la subsecuente liberación de humedad lo que permite o ayuda a retener la fragilidad de la cubierta (1).

Los agentes que más se emplean son mezclas de mono y diglicéridos como ATMUL 500 que se adiciona en cantidades de 0.25 y 0.5% por peso de harina (2).

Comercialmente los monoglicéridos contienen alfa-mono, beta mono, di y triésteres de mezclas de ácidos grasos. Estos parámetros se controlan para obtener las funciones características que se desean para diferentes aplicaciones. Por ejemplo, en el pan la función de las fracciones alfa y beta es similar y muy superior a la de los di o tri ésteres. Por tanto el contenido total de monoésteres es un factor que se controla en la selección de emulsificadores monoglicéridos que se utilizan en el pan (3).

La adición de 0.5 a 1.5% de monoestearato monolactato de glicerol o monolactato monopalmitato de glicerol, aumentan la vida de anaquel del pan. Los tensoactivos junto con la grasa en la masa mejoran la palatabilidad del pan y lubrican simultáneamente al gluten durante el amasado, haciendo que las paredes celulares sean más elásticas (4). Durante el amasado el gluten en la masa se hace plástico y flexible, conforme el mezclado continua el gluten parece un plástico que se enrolla (figura 3).

La figura 3A representa los "resortes" del gluten. La figura 3B muestra qué pasa durante el mezclado: los "resortes" se extienden y algunos se desenrollan conforme el mezclado llega a un óptimo; en este momento los filamentos quedan arreglados en for-

ma paralela y se extienden para formar una película lisa y extensible como muestra la figura 3C.

Muchas veces un sobremezclado o un nivel excesivamente alto de ácidos grasos insaturados en el tensoactivo debilita la película provocando que los gases de la fermentación escapen debido a una excesiva lubricación de los filamentos del gluten (figura 3D). Esto causa que la miga se abra, que tenga textura pobre y - volumen reducido.

Los ésteres altamente insaturados como el gliceril monooleato, actúan abriendo la miga del pan y como consecuencia hay un volumen y vida de anaquel pobres. Por lo cual es importante que se controle el grado de insaturación de los mono y diglicéridos que se utilizan en la panificación, con el fin de obtener buenos resultados.

Los agentes con índices de yodo entre 48 y 50 están cerca del óptimo para estos productos. Con estos valores se obtiene buena uniformidad y suficiente plasticidad para incorporarse a la masa. Un tensoactivo de este tipo, no solamente retarda el endurecimiento del migajón sino que también evita la pérdida de volumen, el debilitamiento de las paredes y la pérdida de elasticidad frecuentemente asociados con el uso de mono y diglicéridos mal seleccionados. Entre los agentes superficialmente activos que se usan en forma significativa en la panificación están mono y diglicéridos modificados, los ésteres mono y diglicéridos del ácido diacetil tartárico y el lactilato cálcico de estearilo. El estearil lactato cálcico se usa principalmente como agente acondicionador de la masa ya que incrementa la fuerza de la misma y asegura un volumen correcto, sobre todo en procesos continuos de panificación debido a que este agente no es muy eficaz para retardar el endurecimiento del migajón, se usa mezclado con mono y diglicéridos (5).

Otros poliol surfactantes que se recomiendan en panadería son: 3-estearil-1-glucosa, ácido diacetil tartárico de glicéridos parciales y ésteres de pliglicerol (6). Se usan además los ésteres de sacarosa, así tenemos que en panecillos, ayudan a la dis-

persión de la grasa en la masa así como a la formación de la estructura del gluten y se mejora la eficacia de la levadura; las pequeñas células de levadura se dispersan uniformemente y después del horneado el producto terminado es suave, ligero y de mejor palatabilidad.

Los ésteres de sacarosa ejercen sus propiedades contra el envejecimiento pues retardan la degradación de dextrinas y por tanto el envejecimiento del producto terminado. Estos tensoactivos también se usan para controlar el contenido de humedad en productos horneados haciendo que la frescura persista por mucho tiempo, por esto se usan como acondicionadores de masas, desplazando al sorbitol (7).

3.2. PASTELES, MEZCLAS PARA PASTELES Y PUDINES.

a) Espumas.

Las espumas son dispersiones de un gas o gases en un medio líquido o sólido. Una espuma es una aglomeración de burbujas de gas separadas unas de otras por películas delgadas (Bikerman, 1953).

Las espumas tienen las siguientes similitudes con las emulsiones y suspensiones: sus propiedades dependen de los efectos superficiales, tensión interfacial, composición de electrolito y del método de preparación. Sin embargo, las espumas dependen fundamentalmente de las variables externas temperatura y presión de aire. Si hay pequeños cambios en la tensión superficial de la película la espuma se malogra.

Una espuma se puede estabilizar al formar un sistema rígido por medio de cristalización, desnaturalización o gelificación de la fase continua. Son 3 los requerimientos para la estabilidad:

- Baja presión de vapor para retener la fase gaseosa dentro del líquido y minimizar su tendencia a romper la membrana que rodea las burbujas de gas.

- La baja tensión superficial de la fase líquida ayuda a que se incorpore más aire con lo que se forman películas de líquido alrededor de las células de aire.
- La gelificación o insolubilización de la fase que se forma da estructura y permanencia a la espuma y minimiza la posibilidad de que escape el gas atrapado.

La formación de espumas en la industria de alimentos se aplica principalmente en pastelería y confitería; se ha visto que las cubiertas batidas requieren de la formación de una espuma instantánea y estable a la presión.

Las cubiertas de azúcar de productos de pastelería frecuentemente se basan en sistemas de proteínas aereadas que requieren de la adición de estabilizadores para la estabilidad durante su almacenamiento.

Para formulaciones con agua caliente se usan estabilizadores termo-gelificantes como agar, carragenina o gelatina. Las proporciones que usan agua fría emplean carboximetilcelulosa y carrageninas que se disuelven en agua fría.

Como ya se citó las cubiertas batidas presentan problemas de estabilización de espumas, su estabilidad depende de: por ciento de grasa, emulsificadores e hidrocoloides estabilizadores. Las gomas de semilla de algarrobo, carragenina y de Karaya mejoran la consistencia y estabilidad del producto (8).

b) Pasteles.

La función de los tensoactivos en pastelería es incrementar el volumen, mejorar y conservar la textura y la calidad del producto así como conservar esta última.

Se ha visto que en el batido de un pastel las burbujas de aire quedan atrapadas en una película de proteína en la cual la grasa está dispersa. Dichas burbujas sirven como núcleos o "trampas" donde queda ocluido el gas que se liberó en la fermentación, ayudando a controlar el tamaño de la miga e incrementando el volumen en el producto horneado.

La función del tensoactivo es mejorar la formación y uniformidad de las burbujas iniciales (espuma) y la capacidad de

la película proteica de atrapar aire durante el batido.

La figura 4 muestra el efecto que se presenta al incrementar la concentración de emulsificador. Se observó también que con el incremento del emulsificador, el volumen del pastel aumentaba hasta un máximo para luego disminuir abruptamente. Si hay excesiva emulsificación se manifiesta porque la parte central del pastel se hunde, esto se debe a que las células de aire se debilitan por un efecto de colapso.

Los agentes superficialmente activos aprobados por la Food and Drug Administration son: mono y diglicéridos modificados como productos de lactilato, lactato de estearilo, monoestearato de propileno glicol, monoestearato de sorbitán y polisorbato 60. Estos agentes con frecuencia se usan junto con mono y diglicéridos y mezclados entre ellos. Cuando se usa una mezcla de agentes superficialmente activos se obtiene un pastel de mejor calidad que si se usa un solo agente.

Se han ensayado varias fórmulas de mezclas de agentes superficialmente activos especiales para pasteles, varios emulsificadores disponibles para panadería y pastelería, los más efectivos son: monoestearato de sorbitán y monoestearato polioxietilénico de sorbitán. Si estos emulsificadores se combinan mejoran significativamente la calidad del pastel.

Los mono y diglicéridos para pasteles horneados se usan vía shortening (mezclados con la grasa), en tanto que los ésteres del sorbitán se emplean en forma hidratada por conveniencia y fácil manejo.

Los emulsificadores se seleccionan de acuerdo con diferentes parámetros. Mientras que el volumen y la textura son importantes, la velocidad de envejecimiento no es tanto y la tolerancia a la mezcla de líquidos es de gran importancia. Para obtener buenos resultados es necesario seleccionar el emulsificador adecuado, más aun, si hay una mezcla adecuada de emulsificadores habrá buena tolerancia a la cantidad de líquidos, a la concentración de mezclado y a la temperatura de horneado (9).

En pastelería el gliceril monoestearato es muy eficiente, esta eficiencia se mide en términos de poderes de cremosidad, emulsificación y acortamiento. El poder de hacer crema de una grasa se mide por su capacidad para incorporar burbujas de aire durante el batido. Este poder depende de las propiedades plásticas de la grasa las cuales facilitan atrapar las burbujas de aire dentro de su estructura sin pérdida de fuerza mecánica.

Cuando la grasa se calienta, su plasticidad se incrementa, entonces la grasa suavizada es cremada con azúcar, se baten juntos hasta que queda atrapado suficiente aire en la mezcla. Este aire atrapado durante el horneado da volumen e igualdad en la textura del producto final. Cuando el cremado de la grasa y el azúcar se completa, se incorporan los huevos y se baten con la mezcla, se continúa mezclando hasta que esté ligero y espumoso. El resultado es una emulsión del tipo aceite en agua porque la yema del huevo tiende a emulsificar como una emulsión aceite en agua.

La emulsión se estabiliza por la acción de la lecitina de la yema y el gliceril monoestearato (GMS) de la grasa superglicerizada. El gliceril monoestearato incrementa la estabilidad de la emulsión y facilita que gran cantidad de agua se emulsifique con la grasa (10).

La mezcla de Span 60 - Tween 60 combinados con harina - facilita el control de humedad, suavidad y volumen. Las mezclas de Span, Tween y monoglicéridos son más efectivas si se usan con grasas líquidas como aceite de algodón.)

Los tensoactivos con valores bajos de BHL mejoran la palatabilidad y el volumen. En pasteles horneados las mezclas de Span 60 - Tween 60 en proporción de 2 a 3% por peso de shortening mejoran el volumen del pastel que con BHL alto - (aproximadamente de 13).

Se han obtenido pasteles con buen volumen al usar mezclas de derivados polioxi-etilénicos de ésteres de ácidos grasos de isosorbide o mezclas de estos derivados con ésteres de grasas de isosorbide con BHL de 10 a 13.

Las mezclas de glicéridos con glicéridos parcialmente acetilados dan volúmenes de pasteles equivalentes a los que se obtienen con glicéridos solos; la utilidad de los glicéridos acetilados se debe a su habilidad de bajar el punto de fusión del shortening que se use.

Una dispersión fina de grasa durante el batido del pastel se mejora con el uso de una multifase de aceite comestible que se obtiene primero emulsificando agua en aceite y estabilizando con monoestearato de glicerol y una dispersión coloidal de grasa en agua estabilizada con un emulsificador como Tween 60 disuelto en agua.

Los ésteres grasos de lactato de glicerol en una concentración de 4% en los shortenings plásticos mejoran el volumen del pastel y también se pueden usar con los shortenings líquidos.

Las mezclas de monoésteres de glicerol y monoésteres de propilenglicol dispersas en agua retienen el volumen hasta por un año. Estas dispersiones en un total de 5 a 10% de shortening dan volumen elevado a los pasteles (11).

En pasteles los ésteres de sacarosa se deben mezclar con la harina antes de trabajar la masa, la experiencia industrial ha demostrado que un buen balance entre costos y requerimientos tecnológicos, se logra con el uso de la asociación sinérgica de 30% de monopalmitato de sacarosa y 70% de monoestearato de glicerol puro. Estos ingredientes se mezclan completamente y se obtienen mejores resultados que con mezclas de mono y diglicéridos. Una combinación típica es de 150 g/100 Kg de masa.

En productos como pasteles en que se requiere acción sinérgica, la mezcla de tensoactivos deberá agregarse durante el último amasado. En la manufactura de pasteles ricos en frutas es mejor usar ésteres de sacarosa solos o con gliceril monoestearato en las concentraciones permitidas. En pasteles esponjosos en donde debe haber una suavidad considerable, los ésteres de sacarosa se emplean en una proporción de 200 g/100

Kilogramos de masa y se obtiene un producto muy ligero (de baja densidad aparente) con una óptima relación entre espacios vacíos y sólidos con una distribución muy regular tanto de las pequeñas células vacías como de cualquier otro ingrediente, con un contenido de humedad adecuado y buena resistencia al envejecimiento - (12).

c) Mezclas para pudines.

Especialmente en las que contienen jugos de frutas ácidas la calidad será afectada por la formación de la cuajada a partir de los constituyentes de la leche. Esto se mejora con la adición de alginato de propilenglicol o monopalmitato de sacarosa. El método consiste en disolver 10 partes de leche en polvo y 0.5 partes del emulsificante que se desee en 45 partes de agua, se mezcla y entonces se añade el jugo de fruta, esta mezcla se seca y se agregan la gelatina y los demás ingredientes. El tensoactivo producirá una cuajada de textura fina proveniente de la proteína de la leche (13).

3.3. PASTAS.

Los emulsificadores sobre todo los monoglicéridos son muy efectivos en la modificación de los geles de almidón; produciendo cambios en la viscosidad al acomplejar el almidón libre en la forma en que se discutió para el proceso de panificación. ✓

Los cambios que provocan los tensoactivos mejoran la textura, inhiben la formación de grumos en las pastas y cereales y mejoran la apariencia total del producto terminado. Los monoglicéridos se usan en un nivel aproximadamente del 1% en pastas y del 2 al 4% en cereales (14). ✓

Por otro lado los tensoactivos se emplean en las masas de las pastas para mejorar su resistencia para que no se peguen y facilitar su manipulación. Se mejora la adsorción de agua, se previene su deterioro y que se peguen durante el cocimiento, se disminuye también la turbidez que hay durante la ebullición. ✓

Los tensoactivos se pueden usar en proporción de 0,5%. El monopalmitato de sacarosa y el polifosfato se mezclan con la harina o se disuelven en el agua que se agrega al producto. ✓

Los ~~ésteres de sacarosa~~ se pueden usar también de 0.7 a 4.5 por ciento en proporción con la lecitina, el monoglicérido, el éster de sorbitán, etc. De esta forma se facilita la mezcla homogénea de grasas y aceites en la masa por emulsificación con el agua (15). ✓

3.4. HARINA PARA CONFITERIA.

En los panecillos los ésteres de sacarosa ayudan a la dispersión de la grasa en la masa, así como a la formación de la estructura del gluten y se mejora la eficacia de la levadura; las pequeñas células de levadura se dispersan uniformemente y después del horneado el producto terminado es suave, ligero y de mejor palatabilidad.

Quando se emplean en galletas, obleas y conos para helado, dispersan bien la grasa distribuyendo homogéneamente el sabor, permitiendo la obtención de un producto tostado. ✓

Los ésteres de sacarosa ejercen sus propiedades contra el envejecimiento, retardan la degradación de dextrinas y por tanto el envejecimiento del producto terminado.

En los productos sin levadura que deban ser horneados sin reposo previo, se agrega la cantidad necesaria de ésteres de sacarosa de acuerdo con el shortening que se use, se hace la suspensión en el agua tibia que se reserva para la masa. Si la formulación no contiene agua, se pueden incorporar con los huevos o con las grasas. En lugar de usar el éster de sacarosa puro se usa la asociación sinérgica 30:70 a una concentración de 150 g/100 Kg de masa terminada. En biscochos se emplean en proporción de 300 a 400 g/100 Kg de harina, la mezcla se introduce durante el amasado (16).

En los productos de confitería los tensoactivos ejercen dos acciones:

Algunos incrementan la palatabilidad del producto, en tanto que otros inhiben la floración (bloom). Una mezcla de dos tensoactivos parece actuar sinérgicamente para funcionar mejor que si se usan por separado. En la cubierta que imita al chocolate, la grasa de cocoa ha sido reemplazada por otra grasa comestible que tiene punto de fusión más alto que el de la cocoa. Un problema de estos productos es la palatabilidad ya que a la temperatura del cuerpo esta grasa se funde incompletamente quedando un sabor a grasa o a cera. Al agregar bajas concentraciones de polisorbato 60 y otros tensoactivos hidrofílicos se resuelve este problema pues se forma una emulsión entre esta grasa y la saliva.

El floreamiento se puede definir como la decoloración de cubiertas de confitería precedido por pérdida de lustre. Este efecto ocurre cuando la cubierta empieza a fundirse y parte de la grasa migra hacia la superficie.

Las fibras de cocoa que imparten color quedan dentro de la cubierta. Al enfriar, las partes fundidas vuelven a solidificarse en la superficie en forma de manchas brillantes, acompañada por decoloración debida a la destrucción de un cristal fino de grasa, estructura que se obtiene por previo templado.

El monoestearato de sorbitán inhibe la migración de grasa y retarda el floreamiento, además aumenta la vida de anaquel del producto.

Se ha encontrado que los tensoactivos tienen la habilidad de retardar este floreamiento gracias a su poder de atrapar la grasa por adsorción al adherirse a las superficies de partículas sólidas y afectar la fuerza de atracción entre éstos; el tensoactivo forma una monocapa con las fibras de cocoa impidiendo la migración de grasa.

El monoestearato de sorbitán solo o mezclado con polisorbato 60 cuando se agrega en proporción de 1%, da buena resistencia a las cubiertas para que no pierdan su brillo por el calor (17).

Los ésteres de sacarosa y la lecitina funcionan como agentes que facilitan el mojado, se disuelven en aceite y reducen la cohesión entre partículas sólidas en el chocolate caliente, así como también reducen la viscosidad sin emplear cantidades excesivas de manteca de cacao que es cara. Esto permite que se usen cantidades apreciables de azúcar junto con una cantidad menor de manteca de cacao. Además los aceites y grasas del chocolate retardan su floreamiento.

Los caramelos se producen al mezclar azúcar, productos lácteos, harina, grasas y aceites; se calientan hasta que la mezcla solidifica alrededor de 125°C. Entonces se enfría y se moldea. Las grasas y aceites tienden a separarse de la mezcla en la etapa final cuando la ebullición disminuye, los tensoactivos se emplean cuando las grasas y aceites exceden del 10% en contenido. Convencionalmente se han usado lecitina y monoglicéridos de 5 a 10% sobre la cantidad de grasas.

El empleo de los tensoactivos no sólo previene la separación de grasas y aceites, sino que también previene la adhesión a los moldes o a la maquinaria durante el corte, reducen la adhesión a los dientes dando excelente lubricación. También disminuyen la adhesión bajo alta temperatura y humedad.

El uso de mono-diestearato de sacarosa en cantidades de 5 a 10% en aceites, es efectivo en la emulsificación de grasas y aceites pues dan estabilidad y disminuyen la viscosidad del producto.

En muchos dulces la dispersión de grasas y aceites es difícil cuando se agregan monoglicéridos y ésteres de sacarosa que tengan BHL de 7 a 13 (18).

Las jaleas se endurecen por la cristalización del almidón, este endurecimiento se puede retardar si se agregan tensoactivos polibólicos como: lacto palmitato de glicerol o monoestearatos de glicerol, propilen glicol, sorbitán, polioxietilen-sorbitán. Para retardar este endurecimiento es más eficaz todavía usar mezclas de tensoactivos como: monoestearato polioxietilénico y monoestearato de sorbitán, en una concentración de 0.5%.

En cubiertas batidas se usan como emulsificadores: monoestea

Los ésteres de sacarosa y la lecitina funcionan como agentes que facilitan el mojado, se disuelven en aceite y reducen la cohesión entre partículas sólidas en el chocolate caliente, así como también reducen la viscosidad sin emplear cantidades excesivas de manteca de cacao que es cara. Esto permite que se usen cantidades apreciables de azúcar junto con una cantidad menor de manteca de cacao. Además los aceites y grasas del chocolate retardan su floreamiento.

Los caramelos se producen al mezclar azúcar, productos lácteos, harina, grasas y aceites; se calientan hasta que la mezcla solidifica alrededor de 125°C. Entonces se enfría y se moldea. Las grasas y aceites tienden a separarse de la mezcla en la etapa final cuando la ebullición disminuye, los tensoactivos se emplean cuando las grasas y aceites exceden del 10% en contenido. Convencionalmente se han usado lecitina y monoglicéridos de 5 a 10% sobre la cantidad de grasas.

El empleo de los tensoactivos no sólo previene la separación de grasas y aceites, sino que también previene la adhesión a los moldes o a la maquinaria durante el corte, reducen la adhesión a los dientes dando excelente lubricación. También disminuyen la adhesión bajo alta temperatura y humedad.

El uso de mono-diestearato de sacarosa en cantidades de 5 a 10% en aceites, es efectivo en la emulsificación de grasas y aceites pues dan estabilidad y disminuyen la viscosidad del producto.

En muchos dulces la dispersión de grasas y aceites es difícil cuando se agregan monoglicéridos y ésteres de sacarosa que tengan BHL de 7 a 13 (18).

Las jaleas se endurecen por la cristalización del almidón, este endurecimiento se puede retardar si se agregan tensoactivos polibólicos como: lacto palmitato de glicerol o monoestearatos de glicerol, propilen glicol, sorbitán, polioxietilen-sorbitán. Para retardar este endurecimiento es más eficaz todavía usar mezclas de tensoactivos como: monoestearato polioxietilénico y monoestearato de sorbitán, en una concentración de 0.5%.

En cubiertas batidas se usan como emulsificadores: monoestea

arato de propilen glicol, mono y diglicéridos (Atmos 150), mono--
estearato de sorbitán (Span 60), monoestearato de sorbitán polioxi
etilénico (20) (Tween 60) y triestearato de sorbitán polioxi~~etile~~
nico (20) (Tween 65).

Es frecuente emplear mono y diglicéridos para que retengan ~~la~~
la humedad y cremosidad en shortenings que se usan para cubiertas
de azúcar. Si llegara a haber reducción del volumen, entonces se
utiliza Tween 60 para corregir este defecto.

El monoestearato de sorbitán (Span 60) se mezcla con monoestearato de sorbitán polioxietileno (20) (Tween 60) en proporción de 1% se agregan a las cubiertas de chocolate para inhibir el fi
reamiento, con lo cual la vida de anaquel del chocolate se prolon
ga. El monoestearato de sorbitán polioxietileno (20) mejora la pa
latabilidad y el punto de fusión de cubiertas de confitería pues
ayuda a emulsificar la cubierta y la saliva (19).

3.5. COCOA INSTANTANEA.

Se ha observado que la cocoa instantánea retarda su rapidez de
sedimentación y las grasas y aceites se emulsifican mejor al agreg
gar de 0.5 a 2% de ésteres de sacarosa. Un método en la manufactu-
ra de cocoa es el de mojado y secado con la adición de una solución
de sacarosa al 30%; se disuelven 0.1 partes de una mezcla igual de
monoestearato de sorbitán y monooleato por 100 partes de cocoa, le
che en polvo con poca grasa y azúcar en polvo. La formulación sería:

| | |
|--|------------|
| "Polvo de cocoa | 100 partes |
| monopalmitato de sacarosa (solución de 10% de agua caliente o etanol) | 1 - 2 |
| tripolifosfato de sodio en solución al 10% en agua caliente" | 1 |

(Según Perotti).

3.6. GOMAS DE MASCAR.

Las gomas de mascar se producen al calentar ingredientes oleofílicos como ésteres de gomas, gomas naturales y plastificantes con ingredientes hidrofílicos como polivinilacetato, - azúcar, glucosa, jarabe de almidón, colorantes, saborizantes y carbonato de calcio que junto con los tensoactivos sirven para lograr la mezcla de estos ingredientes que es muy difícil. Los monoglicéridos y los ésteres de sorbitán se han usado en la base para la goma, no solo, para ayudar en la manufactura, sino también para mejorar las características de mascado, previniendo la adhesión a los dientes o reduciendo la elasticidad y dando flexibilidad y plasticidad a la goma (20).

3.7. HELADOS.

La función de los agentes superficialmente activos es de - las siguientes formas:

- a) Antes de congelar la mezcla, se agregan para que ayuden a estabilizar la grasa emulsificada pues la mantienen dispersa y en suspensión.
- b) En la congelación, producen el efecto secante y controlan - así la desestabilización de la grasa en la emulsión, de esta forma se promueve la aglomeración de glóbulos de grasa.

La acción secante de los tensoactivos en la congelación de los helados es diferente de otros tipos de aplicaciones de tensoactivos en las cuales se mezclan con el aceite o con el agua. Datos recientes indican que los tensoactivos funcionan diferente en el secado de helados. Esta investigación muestra que la sequedad se obtiene al dispersar finamente los glóbulos de grasa para que se aglomeren apropiadamente. Una mezcla de helado vista al microscopio aparece como una masa de glóbulos de grasa emulsificados, cada glóbulo mide de 1 a 2 micras de diámetro. Conforme se agita la mezcla y se congela, los tensoactivos inducen

a los glóbulos de grasa a formar racimos como las uvas. Estas - aglomeraciones determinan el grado de sequedad.

Para obtener un helado con buena consistencia y textura es - necesario controlar la aglomeración de glóbulos de grasa y esto - se logra con la adecuada selección de la cantidad y el tipo de - emulsificador.

La figura 4 muestra la sequedad que se obtiene con diferentes emulsificadores en helado de vainilla. La velocidad con que se lo gra el máximo de sequedad y el grado de la misma varía considerablemente con el emulsificador que se seleccione (21) y (22).

En la manufactura del helado y otros postres congelados se - agregan de 0.10 a 0.25% de tensoactivos para controlar la aglome- ración de la grasa y se obtiene un producto seco y suave con el vo lumen que se desea en estos productos pues la incorporación de aire es completa. Los tensoactivos que se utilizan son: monoolea- to de polioxietileno (20) (Tween 80) o polioxietileno (20) tries- tearato de sorbitán (Tween 65). Para mejorar características de - batido es más efectivo el monoestearato de glicerol (23).

Los ésteres de sacarosa se agregan de 7 a 12% en las grasas (mantequilla, margarina, aceite de coco refinado). Aunque es más económico agregar una mezcla que contenga 30% de monopalmitato de sacarosa y 70% de monoestearato de glicerilo puro. Esto permite - mejorar la dispersión de partículas de grasa, evita la separación de las fases y da mejor calidad alimenticia al producto. Este re- sultado se debe al pequeño diámetro de las micelas de grasa.

Otras ventajas que presentan los ésteres de sacarosa son: por su homogénea distribución reducen el nivel de saborizantes, el he- lado terminado presenta mejor resistencia al elevar la temperatura. Los microcristales de hielo no se forman si la temperatura se ele- va sobre lo normal y disminuye mucho después al nivel óptimo.

La emulsión es estable más allá de la fase de separación, jus to en el punto de fusión del helado. Desde el punto de vista die- tético la digestibilidad de las grasas presentes en el helado se mejoran considerablemente porque se dispersan completamente.

El monopalmitato de sacarosa se mezcla fácilmente en el helado antes de la pasteurización y homogeneización. Esta mezcla es estable cuando se almacena en estado líquido por 10 días de 4 a 5 grados centígrados. Se hicieron estudios a diferentes temperaturas con mezclas que contenían 0.12% de monopalmitato de sacarosa y los resultados fueron excelentes.

La sequedad y la resistencia a la fusión de los residuos de los productos congelados se consideran buenos. Esto es un aspecto importante por la suavidad de los helados y productos extruidos - (24).

3.8. SUSTITUTOS LACTEOS.

- a) Café tipo crema, productos líquidos y secos para cubiertas de dulces imitación crema.

Estos productos pueden ser de grasa vegetal o animal. Generalmente se usan en restaurantes o en máquinas automáticas. El mercado de estos productos crece cada día porque ofrecen mejor vida de anaquel y son de menor costo que los productos convencionales de leche. El café tipo crema se vende de 3 formas físicas diferentes:

- En forma líquida, se emplea mucho en restaurantes.
- En forma congelada.

Estas dos formas son menos estables y tienen el inconveniente de que se deben mantener en refrigeración.

- En polvo (secada por aspersion). Este producto ofrece mayor estabilidad.

Las técnicas de producción y de formulación deberán llenar los siguientes requisitos:

- Estabilidad. Según la forma física del producto, por ejemplo el estado líquido requiere un alto grado de estabilidad por lo que deberá tener: un estado uniforme, permanente, duradero, - después de su preparación y antes de su venta. Deberá estar suficientemente bien formulado para prevenir la descomposición

cuando se agrega al agua caliente. Deberá resistir el derretimiento sin separación de fases.

- Viscosidad. Deberá estar exactamente controlada como para simular lo más fielmente posible a los productos lácteos naturales como la leche y la crema.

Un producto de consistencia dura será difícil de dispersar - por consiguiente tendrá poca aceptación o no la tendrá. Una vez - que se ha obtenido una viscosidad estándar, deberá duplicarse fielmente lote a lote.

- Capacidad de blanqueo. Esta cualidad deberá ser uniforme, esto se controla por la cantidad de sólidos presentes y la finura de la fase dispersa.

- Sabor. Debido a las múltiples aplicaciones, el café tipo crema deberá tener un sabor suave y deberá estar libre de olores. Una formulación típica de café tipo crema es:

| "Ingredientes | % en peso total |
|---------------------------------------|-----------------|
| grasa | 3.0 - 18 |
| proteína (Ejemplo caseinato de sodio) | 1.0 - 3 |
| jarabe de maíz | 1.5 - 3 |
| sacarosa | 1.0 - 3 |
| gliceril monoestearato | 0.3 - 0.5 |
| carragenina | 0.1 - 0.2 |
| sales estabilizadoras | 0.1 - 0.3 |
| sabor | c.b.p. |
| color | c.b.p. |
| agua | c.b.p." |

(Según el libro de Thomas E. Furia). (Pag. 420).

Los ingredientes secos se mezclan con la grasa y los ingredientes líquidos se calientan a la temperatura de pasteurización. Una vez pasteurizada la mezcla, se bombea directamente al homogeneizador con 2000 a 2500 psi totales (1500 a 2000 psi en la primera etapa y 500 psi en la segunda) si es una la etapa, entonces se pasa de 1500 a 2000 psi.

El producto homogeneizado se enfría rápidamente a 38⁰F y se almacena en un refrigerador o en congelador hasta el tiempo de -- usarse.

Las características y las técnicas de manufacturación para los café tipo crema congelados son similares a las de la forma líquida. Como el producto se mantiene en estado congelado antes de usarse, las demandas de estabilidad inicial no son tan importantes como - en el producto líquido; sin embargo, deberán tener estabilidad al derretimiento cuando se descongelen para que no haya separación de fases.

La formulación que se usa para el estado líquido se puede apli car también para el estado congelado, unicamente que la congelación deberá ser lo más rápida posible.

El café tipo crema en polvo es el producto que se prefiere - más porque no necesita refrigeración. Su principal uso es el de - reemplazar a la crema en el café; este producto también se puede - reconstituir y se emplea con cereales o en cubiertas batidas en - otro tipo de alimentos. El producto seco se agrega directamente al café caliente y no necesita reconstituirse.

Además de los requerimientos que se mencionaron para el pro-- ducto líquido, se deben considerar los siguientes:

- El producto deberá presentar buenas propiedades de flujo. Se de-- berán evitar los grumos y la espuma.
- Deberá dispersarse facilmente en los líquidos calientes.
- No deberá ser higroscópico.
- Deberá empacarse apropiadamente para su uso conveniente, si es necesario, deberá protegerse contra el incremento de humedad.

Una formulación típica de estos productos es:

| "Ingredientes | % en base seca |
|----------------------------|----------------|
| grasa vegetal | 35 - 40 |
| jarabe de maíz (42 D.E) | 55 - 60 |
| caseinato de sodio | 4.5 - 5.5 |
| fosfato dipotásico | 1.2 - 1.8 |
| gliceril monoestea rato | 0.15 - 0.3 |

| Ingredientes | % en base seca |
|---|----------------|
| triestearato de sorbitán polioxietilénico | 0.05 - 0.1 |
| color | c.b.p. |
| sabor | c.b.p. |
| agente antiespumante | c.b.p." |

(Thomas E. Furia). (Pag. 421).

Para preparar este producto primero se concentra la emulsión para secarla por atomización y/o dispersión de los ingredientes - secos con suficiente agua para: mantener los sólidos en solución y para impartir suficiente fluidez para que el concentrado se pueda bombear. Los sólidos disueltos del concentrado usualmente están en proporción de 50 a 60%, se recomienda un porcentaje alto.

Una vez que se preparó el concentrado, se homogeneiza de tal forma que las partículas en la emulsión seca tengan un promedio de 1 micrón de diámetro. Bajo circunstancias normales esto requiere de 2000 a 2500 libras de presión total en un homogeneizador de 2 etapas. Sin embargo, ha de recordarse que la atomización afecta a la emulsión y por lo tanto cada fabricante ajustará las presiones según lo requiera el equipo con que cuente, según la viscosidad - de la emulsión y según el contenido de sólidos del sistema.

Las condiciones en el atomizador deberán ser tales que el -- producto tenga:

- Un contenido de humedad menor del 1%.
- El tamaño de partícula será de 125 a 150 micrones de diámetro.
- Los glóbulos de grasa atrapados serán mayores de 1 a 3 micrones de diámetro.

Deberá evitarse que con el calor de cristalización de la grasa, ésta se separe del polvo antes de empacarse o bien que se agrupe (25).

b) Cremas no lácteas.

En estos alimentos se emplea monopalmitato de sacarosa en -- concentración de 0.4% o menos en formulaciones que contienen ba--jas concentraciones (0.1%) de otros emulsificadores como monoestearato de sorbitán 60.

Las formulaciones contienen gomas vegetales, caseinato - de sodio como estabilizante del sistema. El sabor de estas - cremas es suave y la estabilidad de la emulsión en refrigera- ción es excelente.

3.9. LACTEOS.

a) Leche y crema recombinados - crema batida.

En productos de leche procesados se emplean emulsifica- dores para prevenir la coagulación por el calor de la pas- teurización en la leche evaporada. Se emplean tensoactivos hidrofílicos como monopalmitato de sacarosa.

Se recomiendan los ésteres de sacarosa (hidrofílicos) para aquellos productos que requieren esterilización o un - almacenamiento prolongado.

En cremas batidas que provienen de la generación de es- pumas; el monopalmitato de sacarosa y un monoglicérido, in- crementan, las características de batido y producen una es- puma resistente con textura suave.

b) Queso.

Los ésteres de sacarosa solos o combinados con monoglicéri- dos en concentraciones de 0.05 a 1% se emplean en la manu- - factura de queso suave (Camembert, Brie, Bel, etc.) para me- jorar su estabilidad y sabor.

Se ha observado que una solución acuosa de 0.1 a 5% de ésteres de sacarosa acelera la precipitación de las proteí- nas de la leche. Los ésteres de sacarosa también previenen la introducción de espuma a la cuajada y el colapso de ésta en el suero.

c) Margarinas.

Son emulsiones de agua en aceite cuya fase acuosa es leche libre de grasa y la fase oleosa es una mezcla de aceites ve- getales, animales y marinos (pescado). Estas fases se mezclan

y con ayuda de emulsificadores se forma una emulsión estable. Esta emulsión se procesa hasta formar un producto sólido de la consistencia deseada. Los agentes emulsificantes que se emplean son: le citina, gliceril monoestearato (GMS). También se emplean ésteres de sacarosa con BHL elevado como monoésteres de glicerilo en una proporción que tenga un BHL alrededor de 7.

Las margarinas que se obtienen con estas mezclas de emulgentes además de buena estabilidad muestran baja sensibilidad al ciclo de congelamiento y derretimiento, mejor palatabilidad y salpican menos cuando se usan para freír. Cuando se usan estos emulgentes en margarinas para panadería mejoran dichas funciones y su estabilidad durante el almacenamiento (26).

d) Mantequilla de cacahuete.

Contiene aproximadamente 50% de aceite de cacahuete suspendido en las fibras del mismo. Si se separa el aceite de las fibras le da un aspecto y palatabilidad indeseables al producto. Para prevenir esta separación durante el almacenamiento se agregan mono y diglicéridos, estos van a crystalizar parte del aceite que queda libre durante el proceso, de esta forma se previene la separación del aceite. Otros beneficios que se obtienen con estos tensoactivos son: mejor estabilidad del aceite, mejor apariencia del color, excelente grado de extensión de la mantequilla sobre otro cuerpo (Ejemplo, pan) con buena tolerancia a la temperatura, versatilidad en la producción, mejor palatabilidad, la concentración del tensoactivo es de 1 a 1.25% dependiendo del tipo de monoglicérido que se seleccione.

Método de aplicación: si el monoglicérido esta en forma granular se agrega con el azúcar, la sal, se mezclan junto con los granos de cacahuete. También es posible fundir el monoglicérido sumergiendolo en un calentador, ya fundido, se bombea hacia el interior de un molino.

Si se usan niveles de tensoactivo de 2 a 2.5% el grado de extensión y el color se pierden, además se obtiene una estabilidad exagerada. Un ejemplo es la mantequilla que se usa en confitería (27).

3.10. MAYONESA Y ADEREZOS PARA ENSALADAS.

Son emulsiones de aceite en agua de consistencia cremosa y viscosa, propiedades que se obtienen si la emulsión es estable. Los tensoactivos que se usan en estos alimentos son: lecitina, mostaza, gliceril monoestearato, y monopalmitato de -sacarosa que en dispersión acuosa es uno de los mejores tensoactivos para estos productos, en proporción de 1 a 2% sobre el total de aceites y grasas. (28).

Algunas veces se agregan estabilizadores además de emulsificadores, su función es mantener la emulsión que se formó. Estas sustancias imparten estabilidad a las emulsiones principalmente porque incrementan la viscosidad y ésta hace que se reduzca la libertad de movimiento de la fase dispersa por tanto no haya coalescencia. Los estabilizadores que más se emplean son: almidones y gomas (29).

Cuando se quieren aderezos tipo yema de huevo, se utilizan emulsificadores hidrofílicos como polisorbato 60 en concentración de 0.3% (30).

3.11. SHORTENINGS.

Los shortenings provienen tanto de fuentes vegetales como animales o bien de la combinación de ambas. Los de origen vegetal se derivan de semillas de algodón, soya, maíz y cacahuete. Los de origen animal son sebos y manteca.

La manufactura de aceites comestibles y "shortenings" incluye la hidrogenación selectiva, reacondicionamiento y la adición de tensoactivos para proveer las necesidades específicas de los alimentos tanto para el fabricante como para el consumidor.

Los principales usos de los "shortenings" son:

- En confitería y pastelería para dar volumen a la capa de azúcar y para evitar el "lagrimeo", para lo cual el nivel del -

emulsificador no debe ser elevado. Un nivel del 3% de tensoactivo puede provocar un daño a la capa de azúcar.

- Shortenings especiales para pasteles. Existe interés en formular shortenings para usos específicos, por ejemplo, la mezcla de monoestearato de sorbitán-polisorbato 60 y monoglicéridos, da excelentes pasteles. El volumen y la textura se mejoran por la acción del monoestearato de sorbitán y el polisorbato 60 y se mantiene una miga fina con un nivel apropiado de un monoglicérido suave y plástico. Tanto el monoestearato como el poli--sorbato 60 contribuyen a la suavidad.

Otro producto que ha ganado popularidad es un shortening que se usa para cubiertas de azúcar y rellenos. Un shortening sencillo se puede formular con la mezcla de polisorbato 60, - mono y diglicérido.

- Shortenings fluidos: Estos productos se presentan como suspensiones y emulsiones fluidas. Los de tipo suspensión tienen una dispersión de materia prima sólida, difícil de dispersar y emulsificadores en aceites triglicéridos comunmente de frijol de - soya o de semilla de algodón. La materia prima sólida, provee el núcleo para la aereación en la preparación de batido. Una - suspensión tipo shortening es:

| ingredientes | % |
|-------------------------------------|-------|
| grasa y aceite | 89.75 |
| monoglicérido | 5.0 |
| polisorbato 60 | 0.25 |
| lactopalmitato de glicerol | 2.0 |
| ácido estearil lactflico | 1.5 |
| monoestearato de propilen glicol | 1.5 |

(Thomas E. Furia, pag. 424)

La emulsión estable de aceite en agua, al igual que las - grasas presenta la habilidad de acremar y de vencer el proble- ma de separación de las suspensiones. Sin embargo, el alto con- tenido de agua en la emulsión fluida de shortening hace que -

esto sea costoso. No obstante la emulsión es altamente funcional, una formulación típica es:

| ingredientes | % |
|--------------------------------------|-------|
| aceite vegetal | 89.75 |
| mono y diglicéridos | 2.29 |
| monoestearato de sorbitán | 1.45 |
| polisorbato 60 | 0.62 |
| agua | 49.79 |
| benzoato y propionato de sodio 50:50 | 0.25 |

(Thomas E. Furia, pag. 424).

Los emulsificadores deberán estar completamente disueltos en aceite para que un shortening líquido permanezca transparente bajo condiciones variadas. Aunque el shortening solidifique a temperaturas de refrigeración, cuando éste regresa a las condiciones del ambiente para horneado, se vuelve claro y homogéneo.

El propileno glicol tiene la solubilidad que se requiere en un aceite vegetal para que se use en las concentraciones necesarias para una adecuada aereación durante el batido.

- Shortenings caseros. El principal uso es para freír. La fabricación de estos productos va dirigida a un tipo en especial que tenga elevado índice de humo y que no salpique. Este índice de humo elevado se obtiene con concentraciones de 1.5 a 1.75% de tensoactivos de baja volatilidad como ácidos grasos libres, glicerina libre de agua.

3.12. CUBIERTAS PROTECTORAS.

Las acetoestearinas estan formadas de di y triglicéridos que tienen uno y dos grupos acetilo respectivamente, su propiedad es que solidifican como las ceras y por esta razón se usan como cubiertas protectoras de alimentos. Se ha demostrado que esta propiedad física se asocia con la forma alfa polimérica de las grasas.

La transformación espontánea de la forma no cerea se realiza solamente si el producto es un compuesto sencillo de pureza elevada. A temperatura ambiente o menor que ésta, los productos permanecerán en forma de cera por varios años.

Las propiedades físicas hacen de los productos monoglicéridos acetilados unos compuestos en potencia como cubiertas protectoras para carnes procesadas y para aderezos para carnes que se almacenan a bajas temperaturas. También se emplean como cubiertas para quesos, frutas, nueces, dulces y otros alimentos.

Pruebas de laboratorio han demostrado que estas cubiertas cuando se aplican correctamente son eficaces contra la transferencia de humedad y contra la acción de gases atmosféricos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Estas cubiertas generalmente se aplican por inmersión. A las nueces se les aplica por atomización o mezclándolas.

3.13. PRODUCTOS CARNICOS.

En estos alimentos los tensoactivos ayudan a mejorar la apariencia, retención de humedad, previenen la separación de grasa y aceite en pathé de hígado, salchicha tipo Bologna y otros productos que contengan una cantidad de grasa y aceite considerables.

Los tensoactivos se usan para emulsificar la grasa de la carne y actuan como ligandos en productos que contienen salsas, también previenen el deterioro del sabor. En carnes arti-

ficiales los tensoactivos ayudan a mezclar grasas y aceites, saborizantes y especias necesarias.

Un buen ligando deberá tener: buena absorción de agua, color adecuado, economía, sabor neutro, buena estabilidad física y química y habilidad para emulsificar la grasa. Los ligandos que más se usan son: harinas de cereales, leche en polvo, caseína, harina de papa, harina de soya y migajas de pan; aunque todos estos no satisfacen las propiedades que se requieren ya que muchos no emulsifican adecuadamente la grasa o no retienen agua, por esta razón se suplementan con concentraciones de 0.5 a 1% de mono y diglicéridos. En general los --agentes superficialmente activos se usan para emulsificar y solubilizar el sabor de la carne.(34)

3.14. VARIOS.

- a) Aceites saborizantes. Con el fin de no utilizar alcohol u otros disolventes se emplean tensoactivos para emulsificar o disolver los saborizantes, ya disueltos dan disoluciones claras y aumentan la acción saborizante. Se ha reportado - que la adición de 0.1 a 5% de dipalmitato de sacarosa y lecitina en la manufactura de saborizantes en polvo refuerza la retención del sabor durante su manufactura o durante su almacenamiento. El monopalmitato de sacarosa es muy efectivo cuando se aplica en los saborizantes en polvo en los que los aceites esenciales se absorben en los azúcares vía saborizantes emulsificados.(32)
- b) Emulsificación de colorantes solubles en aceites. Los ésteres de sacarosa como el monopalmitato de sacarosa, solo o con polisorbato 60, permiten una preparación rápida de emulsiones aceite en agua de colorantes.
- c) Antioxidantes. Los tensoactivos se usan para disolver los antioxidantes solubles en aceites y grasas para permitir el tratamiento de cereales. Este es básicamente un problema

de solubilización relacionado con la dispersión y solubilización de las características organolépticas del aceite.

- d) Fermentos. En los preparativos para la producción de fermentos se emplean proporciones de 0.1 a 0.3% de tensoactivos que se disuelvan moderadamente en aceite para que durante la formación del fermento se libere suficiente agua para que se forme un granulado para que haya lubricación apropiada y se pueda cortar con facilidad.
- e) Antiespumantes. En ciertos casos los tensoactivos forman espuma y en otros la disminuyen. Para sistemas de espumas acuosas se recomiendan monoglicéridos líquidos (33).
- f) Bebidas. Las bebidas que se endulzan con azúcar, poseen cierta textura o "cuerpo". Las bebidas que se endulzan con edulcorantes artificiales no presentan esta propiedad, por lo que en esta producción se emplean los "agentes para dar cuerpo", estos agentes son: gomas como el alginato de sodio y pectinas, celulosa y sorbitol. Las propiedades espumantes de algunas bebidas como cerveza y vino se pueden mejorar si se agregan algunos de los siguientes estabilizantes: ciclamatos de sodio. Agentes clarificantes como taninos, gelatina y albumina, que separan pequeñas partículas (trazas) de cobre y hierro en la producción de vinagre y otras bebidas.
- g) En frutas y vegetales que se procesan, se usan algunos agentes para mejorar su textura. Por ejemplo, los jitomates, papas y manzanas en rebanadas, con el proceso tienden a suavizarse y a desmoronarse. Una pequeña cantidad de cloruro de calcio u otra sal de calcio agregadas al producto actúan como agentes reafirmantes.

El nitrógeno, dióxido de carbono y óxido nitroso se emplean en los envases que se cierran a presión, en algunos alimentos procesados, estos compuestos actúan como "batidores" o sirven como propelantes (34).

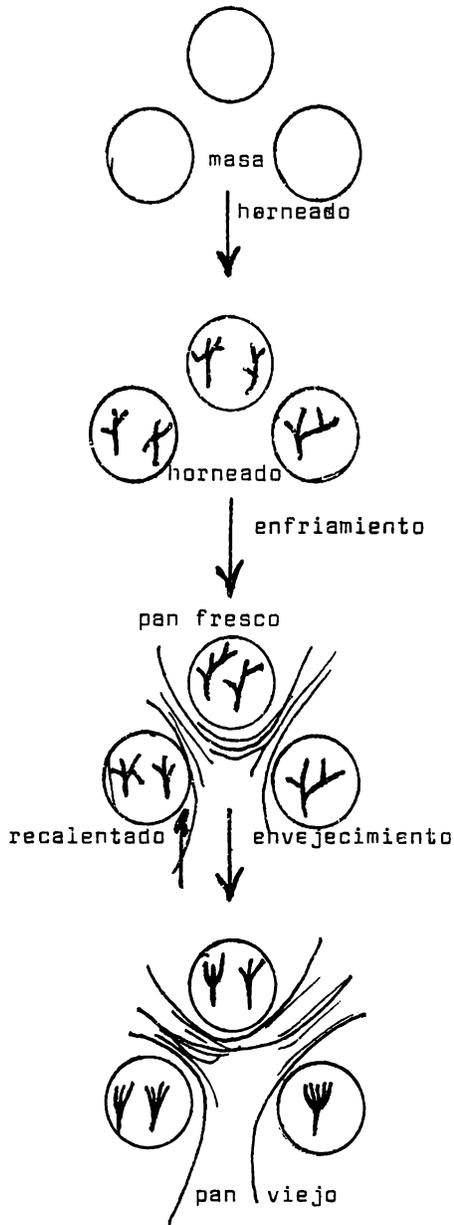


Figura 2A. Sin tensoactivo. (Furia, pag. 414)

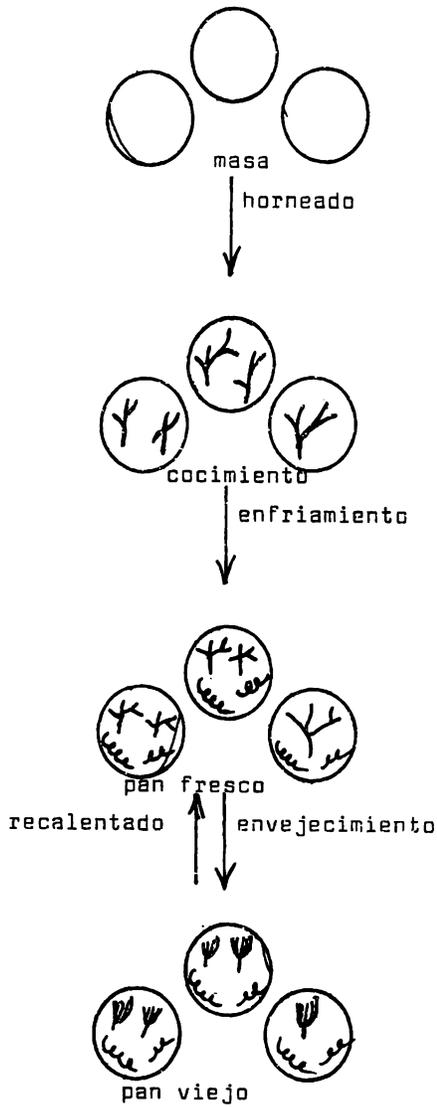
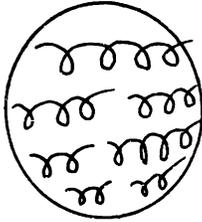
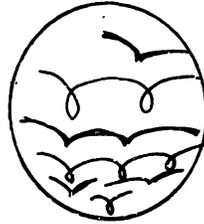


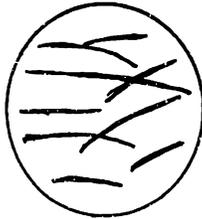
Figura 28. Con tensoactivo.
 (Furia, pag. 414)



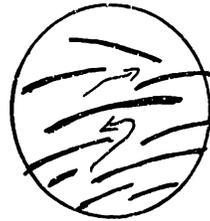
A



B



C



D

Figura 3.
(Furia, pag. 415)

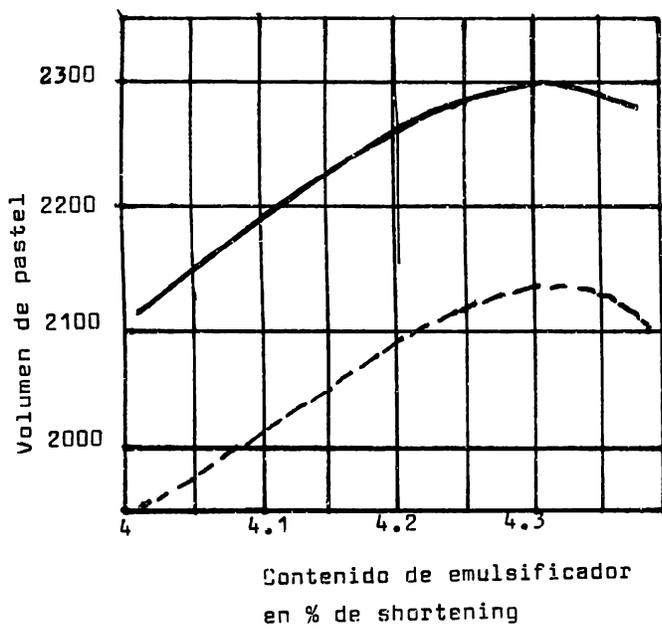


Figura 4.
 (Furia, pag. 417)

3.15. SELECCION DEL SISTEMA BHL.

Para obtener el máximo rendimiento de un agente superficialmente activo es necesario determinar correctamente su BHL para lo cual en el libro de Thomas E. Furia se describe el siguiente método:)

1. Determinación del BHL que se requiere para lograr la combinación deseada: se selecciona una pareja de tensoactivos uno lipófilo y otro hidrófilo, cuyos valores de BHL sean conocidos, por ejemplo, el monoestearato de sorbitán (Span 60) de BHL=4.7 y de monoestearato de polioxietilen sorbitán (Tween 60) de BHL=14.9. Con estos se preparan una serie de emulsiones (7 por ejemplo) con los emulgentes mezclados de manera que proporcionen 7 diferentes valores de BHL que pueden oscilar entre 4.7 y 14.9. En este punto no es necesario que la selección de tensoactivos sea la ideal para la fórmula. Se usa un exceso de la mezcla de emulsificantes (aproximadamente entre 10 y 12% del peso de la fase oleosa) y se disuelve o dispersa en la fase oleosa mezclando los ingredientes en caso necesario; es lo ideal usar un método de preparación lo más semejante posible al método de preparación de la planta.

En caso de que todas las emulsiones resulten buenas y no haya diferencias apreciables entre ellas, es necesario repetir la prueba utilizando ahora menos cantidad de la mezcla de tensoactivos; si hubieran sido todas malas emulsiones se usarían las mezclas en cantidades mayores.

Una vez que se ha obtenido un valor aproximado al del BHL requerido o deseado, se preparan más emulsiones con mezclas de estos 2 tensoactivos en proporción tal que den valores de BHL muy cercanos al obtenido en las pruebas anteriores. La comparación entre estas emulsiones se hará en función de las características deseadas para el producto. Es muy importante asegurarse que el BHL óptimo que se determine corresponda al tipo de emulsión que requerimos ya sea de aceite en agua o de agua en aceite.

2. Determinación del mejor agente superficialmente activo (mejor tipo químico).

El mejor tipo químico es tan importante como el BHL. Supon- gase que se encontró que la mezcla de Span 60 y Tween 60 dió la mejor emulsión a un BHL de 12, por lo tanto, este BHL será el - mejor para cualquier tipo químico. Por lo cual deberá determi- narse cuales aditivos con este BHL son más eficientes que los - estearatos (lauratos, palmitatos, oleatos, etc.). El tipo químico del emulsificador se seleccionará de acuerdo con la fase oleosa o con otros ingredientes activos.

Se ha encontrado que los sistemas de emulsiones más esta- bles generalmente contienen mezclas de 2 ó más emulsificadores, una parte de la mezcla con tendencias lipofílicas y la otra con tendencias hidrofílicas. (Por ejemplo el glicerol moncestearato tiene propiedades lipofílicas y si se mezcla con una sustancia hidrófila tiene mayor solubilidad en agua). Un solo emulsifica- dor raramente es tan eficaz como una mezcla de emulsificadores con el mismo BHL.

El tipo químico muchas veces está en función de los requere- rimientos de la aplicación. Por ejemplo cuando un tensoactivo - debe ser destruido, un medio de hacerlo sería utilizando un ja- bón que lo destruyera por medio de una sal polivalente o un áci- do. Si se requiere estabilidad ácida entonces es conveniente uti- lizar un tensoactivo no iónico. Todas las emulsiones alimenti- cias requieren la aprobación legal del organismo que se encargue de estas aprobaciones. Cada producto tendrá sus propios requere- rimientos.

Después de la observación preliminar, se escoge una varie- dad de emulsificadores con BHL bajo y de diferentes tipos quími- cos para los cuales también se eligen sus correspondientes emul- sificadores de BHL alto. Por ejemplo, una mezcla con BHL alto y bajo podría incluir: estearato de sodio en un medio de pH ele- vado; un monoglicérido y Tween 60; un monoglicérido y estearato polioxietilénico (Myrj 52); un monoglicérido y estearato de poli- glicerol, etc. El objetivo es seleccionar varios pares de emul-

sificadores relacionados y seleccionar pares que cubran convenientemente un área extensa de naturaleza química. Se prepara una mezcla de cada par de compuestos en una proporción tal que de un BHL de 12 que es el que requiere la emulsión. Una evaluación de estas mezclas mostrará la gran diferencia que hay para los diferentes tipos químicos.

3. Ajuste final de BHL.

Después de que se eligió el mejor tipo químico, generalmente se hacen ensayos con las mezclas de emulsificadores de tal forma que los valores de BHL se acerquen lo más posible al BHL que se requiere. En este ejemplo se dió un valor de 12 por lo tanto se hacen pruebas en 11, 11.2, 11.4, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12, 12.1 12.2, 12.3, 12.4, 12.6, 12.8, y 13 para confirmar el valor exacto de la mezcla que se escogió. Estas pruebas son necesarias pues los valores del BHL no son precisos ya que se basan en cálculos aproximados y en pruebas empíricas.

El método del BHL es un sistema incompleto para seleccionar agentes superficialmente activos. Su uso, frecuentemente se complica con sistemas alimenticios por la complejidad de los mismos. En una formulación que contiene aceite, agua y emulsificador no hay mayor problema. Sin embargo, cuando se agregan harina, almidón, azúcar, leche, sal, huevos e ingredientes similares, algunos de los cuales contienen emulsificadores naturales, provocan muchas complicaciones. La selección de emulsificadores para mezclas de pasteles ha estado sujeta a aproximaciones estáticas que se han usado como un modelo para otros problemas de productos alimenticios. (35).

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO III.

1. Furia, T. E., Handbook of food Additives, 2nd. ed., pages. 413-414, LRC Press, Cleveland (1972).
2. Schick, J. M., Nonionic surfactants, Vol. II, pag. 281, Marcel Dekker, New York (1967).
3. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 415-416.
4. Schick, J. M. (op.cit.) pag. 281.
5. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 415-416.
6. Schick, J. M. (op.cit.) pag. 282.
7. Perotti, G. A., "Sucrose esters in Food Products", International Flavours and Food Additives, Vol. VIII (1977), pag. 149.
8. Glicksman, M., Gum technology in food industry, pages. 32-33, Academic, New York (1969).
9. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 416-418.
10. Fox, A. B. & Cameron, G. A., Food Science, 3thd. ed., pages. 115-116, Hodder and Stoughton, London (1977).
11. Schick, J. M. (op.cit.) pag. 282.
12. Perotti, G. A. (op.cit.) pag. 150.
13. Ibid., pag. 151.
14. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 418.
15. Perotti, G. A. (op.cit.) pages. 151-152.
16. Ibid., pag. 150.
17. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 426.
18. Perotti, G.A. (op.cit.) pages. 150-151.
19. Schick, J. M. (op.cit.) pages. 283-284.
20. Perotti, G. A. (op.cit.) pages. 150-151.
21. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 418-419.
22. Fox, A. B. (op.cit.) pages. 110-111.
23. Schick, J. M. (op.cit.) pag. 284.
24. Perotti, G. A. (op.cit.) pag. 150.

25. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 419-422.
26. Perotti, G. A. (op.cit.) pages. 151-152.
27. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 427.
28. Perotti, G. A. (op.cit.) pag. 150.
29. Fox, A. B. (op.cit.) pages. 111-113.
30. Furia, T. E. (op.cit.) pag. 427.
31. Ibid., pages. 422-426.
32. Perotti, G. A. (op.cit.) pag. 152.
33. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 427-428.
34. National Academy of Sciences-National Research Council.
Chemical Used in Food Processing, pages. ix, xii, Publication
1274, Washinton, D. C. (1965).
35. Furia, T. E. (op.cit.) pages. 404-405, 409.

CONCLUSIONES



**FACULTAD DE
QUIMICA**

CONCLUSIONES.

De acuerdo con los antecedentes que presentan los tensoactivos se concluye que han prestado un servicio apreciable en la alimentación del hombre pues le han dado la libertad de escoger sabores, presentaciones, texturas, ingredientes, así como la facilidad de manufactura y reducción de costos; pero su mejor cualidad es la de garantizar abastecimiento y seguridad en la alimentación. El abastecimiento se beneficia por el uso de estos agentes debido a la acción superficial que estos ejercen sobre los alimentos, ya que esta propiedad va a hacer que los alimentos lleguen en buenas condiciones tanto de calidad como de presentación, así mismo van a ser capaces de soportar variaciones de temperatura, presión, - humedad, evitar separación de fases sin sufrir cambios drásticos en su composición o en sus características: de tal forma que van a llegar al consumidor con una calidad permanente, un ejemplo muy evidente es la aplicación de acetoestearinas como cubiertas protectoras, en pastelería y confitería que son alimentos de manejo delicado pero que con el empleo de tensoactivos se mejora su resistencia.

(Todas estas ventajas se logran gracias a una amplia gama de aplicaciones como son:)

- 1) - Emulsificantes.- Puede decirse que la acción emulsificante es la principal o la más común en alimentos, como ya se vió en el Capítulo III, esta acción se presenta en panadería, pastelería, confitería; elaboración de mantequilla, en este último ejemplo los tensoactivos le dan una excelente estabilidad pues su ciclo de congelación descongelación es óptimo y ésta es una de las principales cualidades de las mantequillas pues una mantequilla que se congela con facilidad o que se congela excesivamente se pone dura y no se puede extender bien, por el contrario, si se derrite con facilidad también va a presentar problemas en su manipulación.

En el caso de la margarina destinada a panadería, los tensoactivos tienen doble acción pues aparte de obtener una mantequilla de buena calidad se obtiene un pan con mejores cualidades.

- 2) Secantes.- Esta actividad la presentan los tensoactivos que se agregan para procesar alimentos en polvo y helados.
- 3) Espumantes.- Se utilizan principalmente en pastelería y confitería.
- 4) Dispersantes.- En pastelería y confitería principalmente. En estos casos se tiene un ejemplo de acción sinérgica de los ésteres de sacarosa y la lecitina, que van a ejercer su actividad superficial en el chocolate y en la manteca de cacao.
- 5) Agentes que previenen el envejecimiento del pan, esta acción es interesante ya que los tensoactivos van a actuar sobre la amilpectina para que no cristalice y de esta forma evitar el envejecimiento. Los tensoactivos son todavía más específicos pues además actúan sobre el gluten durante el amasado dándole más plasticidad. Estos aspectos son muy importantes pues facilitan el abastecimiento y pueden ayudar a reducir costos, ventajas que no serían posibles sin la ayuda de estos compuestos.

Otra ventaja de estos agentes sería la posibilidad de usarlos en harinas de baja calidad pues se mejorarían sus propiedades y se obtendrían alimentos de mejor calidad que si no se usara el tensoactivo.

(Toda esta diversidad de usos que presentan los agentes superficialmente activos nos conduce a un plan de selección del agente que se va a usar, en el que es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:)

- 1) Las características que se desean en el producto: a este respecto es evidente que se buscan siempre las características óptimas pero además es importante que sean siempre las mismas, que no varíen de un lote a otro porque esto descontrolaría al consumidor que podría pensar que ya no es la misma calidad o bien que el producto está descompuesto.
- 2) Las condiciones de procesamiento del alimento como: presión, temperatura, humedad, tiempo de cada operación unitaria, etc.. Por ejemplo, el café tipo crema en polvo que se seca por atomización y esta operación afecta a la emulsión.

Es importante tener en cuenta estas condiciones de trabajo - porque de ellas depende la efectividad del tensoactivo pues un agente que se descomponga por ejemplo a elevadas temperaturas no se puede usar si en el proceso se requieren estas temperaturas -- por lo tanto se tiene que asegurar que el tensoactivo sea resistente a todas las condiciones del proceso y que además sea capaz de ejercer una actividad óptima.

- 3) El equipo de que se dispone: no se puede usar un tensoactivo por muy bueno que sea, si nuestro equipo no es el apropiado - para el proceso; pues la función del aditivo no es la de suplir deficiencias o desperfectos del equipo ya que tanto el equipo como el agente superficialmente activo deben elegirse - especialmente para el proceso y ninguno de los dos puede sustituir al otro.
- 4) La función que se requiere de él o los tensoactivos: este aspecto es muy importante, pues si se van a usar mezclas deberán -- hacerse pruebas preliminares de las funciones que éstos van a ejercer y saber en qué medida van a beneficiar al producto y - así obtener el mayor rendimiento posible tanto del tensoactivo como del producto que se quiere obtener; este aspecto del manejo de mezclas ya se explico en el Capítulo III.
- 5) En qué etapa del proceso es más conveniente agregar el tenso-- activo para obtener una actividad óptima y por consiguiente un mejor producto, esto por supuesto se va a reflejar en su venta y por lo tanto habrá mejores ingresos, menos trabajo, menor desgaste del equipo; posibilidad de disminuir gastos fijos como - luz, agua, gas, etc. Por ejemplo, si se desea una acción emulsificante entonces se agregan los tensoactivos en el momento de formar la emulsión, teniendo en cuenta que los demás ingredientes se agregan antes o después de formar la emulsión.
- 6) Sobre qué sustancia o sustancias se quiere que actuen. Por ejemplo, en panificación actúan sobre la amilopectina para prevenir el envejecimiento del pan y actúan sobre el gluten para facilitar la lubricación durante el amasado y así obtener mayor plasticidad en la masa, esto es, se requiere considerar la naturaleza de la sustancia o sustancias sobre las que actuará el tensoactivo.

- 7) Debe tenerse en cuenta en qué cantidad se deben agregar para - obtener una actividad óptima y no sobrepasar dicha cantidad pa - ra que no se produzcan efectos contrarios a los que se desean, por ejemplo, en el caso de pasteles cuando hay un exceso de - tensoactivos, en vez de obtener el volumen deseado se produce el hundimiento del pastel. O por el contrario, si se usa menor cantidad entonces no se produce la actividad que se desea. Este aspecto además se va a reflejar en costos innecesarios o exce- sivos y tal vez en la toxicidad del producto.
- 8) En qué forma se va a agregar el o los tensoactivos; si granu- lar, líquida, etc.; por ejemplo, los ésteres de sorbitán se - usan en forma hidratada. La forma en que se agregan los tenso- activos va a repercutir directamente en el rendimiento del mis- mo y por lo tanto en la economía del proceso.
- 9) El tiempo de acción de él o los agentes superficialmente acti- vos no debe exceder al de duración de la etapa del proceso en la que se adicionan, pues entonces no se obtiene su óptima - eficiencia. Es necesario coordinar el tiempo que va a durar - dicha operación con el tiempo de acción del tensoactivo, par- tiendo de la base de que no hay ningún otro agente que requiera un tiempo menor y a la vez cumpla con todos los demás requis- tos.
- 10) Aspectos toxicológicos. Estos aspectos son muy importantes ya que se puede tener un excelente tensoactivo pero si es tóxico no se podrá usar porque atenta contra la salud del consumidor. A este respecto, es necesario tener en cuenta que existen ten- soactivos de origen natural como la lecitina y los ácidos cól- ico y desoxicólico que han probado en experimentos de toxicidad que no son tóxicos en las concentraciones usadas e incluso no se les pone restricción para su uso ya que siempre han estado en contacto con el hombre; en el caso de los ácidos cólico y - desoxicólico no es posible ingerir dosis exageradas por su fuer- te sabor amargo por lo que no hay reportes de toxicidad de es- tos compuestos.

Se ha observado a través de los experimentos, que han hecho

diferentes investigadores, que hay compuestos que causan enfermedades o alteraciones en los órganos de los animales que los ingieren, pero esto se debe a excesos pues en menores proporciones no se presentaban síntomas adversos. Los efectos de toxicidad se relacionan con el orden o la clasificación en la escala animal ya que unos animales son más sensibles que otros a ciertos compuestos y esta es la razón de que haya variedad en los animales con que se experimenta ya que así se tiene una evaluación más confiable.

(Una ventaja que presentan la mayoría de los tensoactivos, tanto en la función que desempeñan como en su posible toxicidad es la similitud que tienen con algunos compuestos alimenticios o con compuestos que se encuentran en el organismo pues entran a las vías metabólicas junto con los alimentos y se metabolizan como éstos o bien se hidrolizan para dar constituyentes normales de la dieta) como el caso de los ésteres de poliglicerol que se metabolizan en el organismo en la misma forma que los ácidos grasos normales y el grupo poliólico se excreta rápidamente vía urinaria. Otro ejemplo es el propilenglicol que es un producto intermedio del catabolismo de la acetona en su transformación a acetato y formiato.

(Es importante tener en cuenta el tiempo de eliminación pues entre más pronto se eliminen habrá menor posibilidad de que causar daño.) Hay compuestos que son complejos como los ésteres de poliglicerol, sin embargo, no son tóxicos porque están formados por ácidos grasos que forman parte del metabolismo normal del hombre. Compuestos como los ésteres de sacarosa se usan con ciertas reservas pues la unión éster no la atacan fácilmente las enzimas y por esta razón pueden causar daño al organismo. Por lo que se concluye que ya sea por la facilidad de metabolización o bien por la rapidez de eliminación estos compuestos no se acumulan nunca en el organismo de manera que alcancen un nivel tal que puedan provocar efectos adversos como los observados en los experimentos antes mencionados.

(La mayoría de los tensoactivos son inofensivos para la salud, sin embargo, por su forma de obtención muchas veces vienen contaminados o no es posible obtenerlos "puros" y vienen acompañados -

con otros compuestos } como es el caso de los ésteres de sacarosa que contienen hasta aproximadamente 500 p.p.m. de dimetilformamida, se hicieron estudios de toxicidad de este compuesto puro y del mismo como contaminante de los ésteres de sacarosa, se encontró que daña principalmente al hígado. Por esta razón se sugiere hacer estudios de larga duración con varias especies de animales para ver su actividad acumulativa, principalmente en la patología del hígado.

Es importante señalar las observaciones que se han hecho acerca del metabolismo de los tensoactivos por medio de isótopos pues con estos estudios se tiene la seguridad de saber si se eliminan del organismo o no, en qué tiempo y por cuales vías lo hacen.

De acuerdo con estos antecedentes se elaboran los aspectos legales concernientes a estos agentes.

- 11) Aspectos legales. Como ya se vió la S.S.A. es el organismo que se encarga de vigilar la salud de nuestro país y por consiguiente lo que se refiere a salud e inocuidad de alimentos; sin embargo, este organismo no cuenta con alguna clausula o reglamento que se refiera a la inocuidad de estos compuestos por consiguiente tampoco hay sanciones para un uso indebido de los mismos. Por lo que se propone que este organismo se relacione directamente con la FAG para obtener la información y orientación necesarias y actualizadas, para un uso confiable de los agentes superficialmente activos y que de esta forma se establezcan los reglamentos concernientes al uso de los mismos y que estos reglamentos e información se dirijan tanto a las industrias que los producen como a las que los consumen.
- 12) Costos. Este factor está en relación directa con los factores anteriores. Si se quiere un tensoactivo con determinadas características, se va a pagar un precio por él y éste oscilará según el equipo, las condiciones del proceso y las funciones que va a desempeñar.

Por lo tanto se concluye que en la actualidad los agentes superficialmente activos son una de las mejores ayudas para la

producción de alimentos pues por sus acciones ya mencionadas - dan la facilidad de tener el alimento que se desea sin mayores complicaciones, esta es una de sus mayores ventajas ya que el hombre podrá prescindir de todo menos de alimentarse, inclusive cambiará su forma de vestir, de transportarse y su alimentación tal vez cambie, por ejemplo, ya se usan pastillas alimenticias y pastas, sin embargo, el hombre no dejará de alimentarse.

Por su amplia aplicación, el empleo de estos compuestos debe hacerse en la proporción necesaria para lograr la actividad que se desea (emulsificar, secar, hidratar, etc.) de tal - forma que no causen daño al hombre.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

FUENTES IMPRESAS.

1. Bennett, H., Bishop, L. J. Jr. & Wulfinghoff, F. M., Practical Emulsions, 3thd. ed., pags. 40-43, Chemical Publishing, New York (1968).
2. Codd, W. L. (et al.), Materials and Technology, Vol. I, pag. 274-275, Longman & De Bussy, London (1972).
3. Considine, M. D., Chemical and Process Technology Encyclopedia, pag. 1072, Mc. Graw Hill, New York (1974).
4. Fox, A. B. & Cameron, G. A., Food Science, 3thd. ed., pags. 110-116, Hodder and Stoughton, London (1977).
5. Furia, T. E., Handbook of Food Additives, 2nd. Ed., pags. 398-428, CRC Press, Cleveland (1972).
6. Glickeman, M., Gum Technology in Food Industry, pags. 32-33, Academic, New York (1969).
7. Martin, N. A. & Madrid, S. P., Principios de fisicoquímica para la farmacia y biología, pags. 599-600, Alhambra, Madrid - (1967).
8. México, Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública. Sección e Información de Leyes dependiente de la Dirección General de Asuntos Legales, Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, pag. 435, edición supervisada por Elena López Mateos, Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, México (1973).
9. Moillet, L. J., Collie, B. & Black, W., Surface Activity, 2nd. Ed., pags. 3-10, D. Van Nostrand, Princeton New Jersey (1961).
10. National Academy of Sciences-National Research Council. Chemical Used in Food Processing, pags. ix, xii, Publication 1274, Washington, D. C. (1965).
11. Schick, J. M., Nonionic Surfactants, Vol. II, pags. 281-284, Marcel Dekker, New York (1967).

12. Schwartz, M. A. (et al.) Surface Active Agents and Detergents, Vol. II, pags. 657-660, Interscience, New York (1958).
13. Shaw, U. J., Introducción a la química de coloides, 2a. ed., pag. 83, Alhambra, Madrid (1970).
14. VII Congreso Latinoamericano de Química, pag. 266, Sidus, Argentina (1960).

FUENTES BIBLIOGRAFICAS.

1. Ingram, J. A. (et al.) "Short-term Toxicity Study of Sorbitan mono-oleate (Span 80) in Rats", Food and Cosmetics Toxicology, 16 (6) 535-42 (1978).
2. Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: emulsificantes, estabilizadores, blanqueantes y maduradores, 7o. Informe del Comité Mixto FAO-DMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Publicado conjuntamente por la FAO y la OMS y reproducido asimismo en la Organización Mundial de la Salud, pags. 4, 103-169, serie de Informes Técnicos no. 281, Ginebra, Suiza (1964).
3. Perotti, G. A., "Sucrose Esters in Food Products", International Flavours and Food Additives, Vol. VIII, pags. 149-152 (1977).
4. Toxicological Evaluation of some Antimicrobials, Antioxidants, Fluor Treatment Agents, Acids and Bases, pags. 71-103, Joint FAO-WHO Expert Committee on Food Additives which met in Geneva (1967).
5. Toxicological Evaluation of some Food Colours, Emulsifiers, Stabilizers, Anticaking and other Substances, Thirteenth Report of the Joint on Food Additives, pags. 109-127, Joint FAO-WHO - Expert Committee on Food Additives which met in Rome 27 May-4 June (1969).