

INFORMACION

Agentes tensioactivos como aditivos alimentarios

Por **J. Ruiz Cruz** y **M. L. Janer del Valle**

Instituto de la Grasa y sus Derivados (C.S.I.C.) Apartado 1.078.—41012—Sevilla

RESUMEN

Agentes tensioactivos como aditivos alimentarios

El mercado de los productos alimenticios ha experimentado un cambio sustancial en los últimos años. Ello ha conducido en la industria alimentaria al uso de cada vez más aditivos sintéticos entre los que se encuentran los agentes tensioactivos, utilizados no sólo como emulsionantes sino también por sus otras variadas funciones.

En el presente trabajo se hace una revisión de los principales agentes tensioactivos, en su mayoría derivados de las sustancias grasas, usados como aditivos en los alimentos, su preparación, propiedades, aplicaciones, etc.

PALABRAS-CLAVE: Agentes tensioactivos - Emulsionantes - Aditivos alimentarios.

SUMMARY

Surface active agents as food additives

The market trend of food products has significantly changed over the last years. It has led to the use of more synthetic additives in food industries. These products include surface active agents used mainly as emulsifiers and also for a variety of other functions in foods.

This report reviews the main surface active agents, principally fat derivatives, used as food additives, their preparation, properties, applications, etc.

KEYWORDS: Surface active agents - Emulsifiers - Food additives.

No cabe duda de la gran importancia, tanto social como económica, que han alcanzado los agentes tensioactivos en las últimas décadas. Teniendo en cuenta que es más fácil encontrar estadísticas sobre detergentes que sobre tensioactivos, los datos más recientes y completos que se poseen (1) dan, comparando tres áreas geográficas más desarrolladas: Norteamérica, Europa Occidental y Japón, para un consumo total de 4,8 millones de toneladas métricas de agentes tensioactivos, que representa un 45% de la demanda total mundial, unos porcentajes parciales del 53% para Norteamérica, 35% para Europa Occidental y 12% para Japón; es decir, 2'5, 1'7 y 0'6 millones de Tm, respectivamente. En estas áreas geográficas se estima un crecimiento medio entre 1982/92 de un 2-3% anual.

Divididos los tensioactivos por tipos iónicos, si bien los porcentajes varían algo de un país a otro, la distribución media es de 65-70% de aniónicos, 20-25% de no-iónicos, y un 7-10% de catiónicos y otros anfóteros. El consumo en Europa Occidental, dividido entre los tres sectores más

importantes, significa: doméstico (detergentes para lavadoras, lavavajillas, etc.), 41%, cuidado personal (productos de tocador, champús, etc.), 20%; industrial, 39%.

En el sector industrial tenemos, junto a su uso en la preparación de agentes de limpieza industriales e institucionales, sus aplicaciones en procesos de industrias tales como: fabricación de celulosa y pasta de papel, cemento y construcción en general, metalurgia, agricultura, textil, curtido y peletería, minería, industria química en general, pintura y lacas, barnices, industria alimentaria, extracción de petróleo, etc. En todas estas aplicaciones se hace uso de las propiedades de actividad superficial tan específicas y características de los tensioactivos que los hacen útiles como agentes: espumantes, dispersantes, emulsionantes, detergentes, solubilizantes, antiespumantes, humectantes, plastificantes, espesantes, lubricantes, etc.

Una de las aplicaciones más importantes que debemos considerar para los tensioactivos dentro del sector industrial, debido principalmente a sus propiedades emulsionantes, es en la industria de la alimentación. Si bien como emulsión se considera generalmente la formada por dos líquidos no miscibles, aceite en agua o agua en aceite, el técnico en alimentación considera también otras dispersiones o «emulsiones» distintas de las formadas por dos líquidos no miscibles; por ejemplo la de sólidos en líquidos, gases en sólidos, gases en líquidos, y líquidos en sólidos, además de otros sistemas de varias fases de las cuales una es continua y al menos otra está finamente dispersa.

De hecho, los emulsionantes están ya presentes en muchos de los productos básicos naturales usados en la alimentación, tales como huevos, leche, mantequilla, etc. La caseína en la leche mantiene la grasa dispersa en la fase acuosa. Igual función realiza la lecitina que se encuentra en la yema del huevo y, por consiguiente, podremos usar esta lecitina para preparar otras emulsiones, como la mayonesa por ejemplo.

El uso de tensioactivos emulsionantes naturales en la industria de los alimentos es bastante antiguo. No obstante, aunque los productos naturales siguen teniendo una gran utilidad, su número y aplicaciones son más bien limitados ante la gran variedad de problemas y necesidades que se presentan hoy día en la preparación de alimentos. La transformación de la vida moderna en los últimos años, el facilitar el trabajo al ama de casa, la incorporación de esta a la vida laboral, el uso cada vez más extendido de alimentos precocinados, semiacabados o acabados, el que éstos se procesen en plantas lejanas a las áreas de con-

sumo con sus problemas de transporte, conservación y almacenamiento, el facilitar su elaboración industrial y mejorar sus propiedades organolépticas, etc., etc.; conduce a la necesidad y uso de más y nuevos aditivos alimentarios sintéticos y entre los cuales se incluyen los agentes tensioactivos, no sólo por sus propiedades emulsionantes sino también por sus otras variadas funciones derivadas de su actividad superficial (2-24) (141).

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la preparación y uso de aditivos tensioactivos en la industria de la alimentación es, al igual que sucede en los productos naturales análogos, su completa inocuidad para el consumidor. Es por ello que en gran parte estos aditivos, principalmente del tipo no-iónico, sean constitucionalmente semejantes a los productos naturales usados con tal fin y a los compuestos que se puedan formar en el organismo durante el metabolismo normal de alimentos naturales. Debido a esto, los derivados de las sustancias grasas naturales encuentran gran aplicación en este sentido, utilizándose triglicéridos ligeramente transformados, derivados de ácidos y alcoholes grasos, ácidos orgánicos solubles, azúcares, polialcoholes, etc.

Aplicaciones

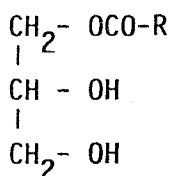
Los aditivos tensioactivos se usan en los alimentos en porcentajes pequeños, muchas veces en mezcla de varios compuestos con objeto de obtener unos resultados determinados a un nivel de concentración óptimo. Destacan sus aplicaciones en la preparación de margarinas, shortenings, productos de panadería, confitería, pastelería, bollería, repostería en general, heladería, queserías, alimentos en polvo, salsas, precocinados, chocolatería y derivados, pastas, derivados lácticos, cárnicos, alimentos enlatados, alimentos para animales, etc., etc. Sus aplicaciones son tan extensas y variadas que existe una literatura abundantísima que hace muy difícil hacer una bibliografía exhaustiva sobre el tema (3)(4)(24-57).

Así, por ejemplo, facilitan y estabilizan las emulsiones del tipo aceite en agua o agua en aceite, tales como mayonesas, salsas, salsas de ensaladas, shortenings, mantequillas, margarinas, etc., mejorando en estas últimas su capacidad de extendido, disminuyendo su dureza y aumentando su plasticidad. En panadería y productos análogos al horno, al mismo tiempo de acondicionar la masa o pasta previa facilitando su trabajo, a los productos ya cocidos les dan una mejor y más uniforme textura, retrasando su envejecimiento y endurecimiento debido a su acción sobre la amilopectina evitando su cristalización y la pérdida de humedad; al mismo tiempo favorecen la retención de

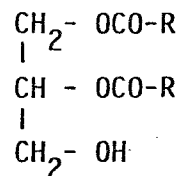
pequeñas burbujas de aire aumentando el volumen y haciéndolos más esponjosos. Este mismo hecho de reacción del emulsionante con los componentes del almidón se utiliza en alimentos deshidratados, como los puré de patatas, para evitar su gelificación, y en otros productos feculentos como pastas para sopas, espaguetis, macarrones, etc., para reducir la viscosidad y evitar la pegajosidad durante su cocido y facilitar su posterior mezcla con las salsas. Como dispersantes de gas en líquidos también encuentran aplicación en la preparación de helados, sorbetes, batidos, nata montada, etc., mejorando su conservación y resistencia al calor, evitando la aglomeración de componentes y facilitando un exceso de volumen. En alimentos en polvo, tales como leche, cacao, café, huevos, etc., la adición de tensioactivos favorece su humectación en la rehidratación y mejora su dispersión y solubilización. Igualmente hacen posible una buena y estable dispersión y favorecen la solubilización en los alimentos de aditivos como esencias aromáticas, vitaminas, antioxidantes, etc., en bebidas ligeras, carbonatadas, zumos de frutas y otros. En la preparación de chocolates, bombones y otros productos con su cobertura, los tensioactivos añadidos les da un brillo superficial muy deseable al favorecer la formación de una capa fina de cristales de grasa, evitando al mismo tiempo la salida y formación de capa de grasa solidificada al exterior. Sus propiedades lubricantes les hacen aplicables en la preparación de gomas de mascar, caramelos blandos, etc., evitando su pegajosidad al corte, en las envueltas y al masticar, facilitando la acción de inflado. Igualmente se utilizan en la preparación de quesos fundidos, leche condensada, flanes, mazapanes, masas de relleno y de cobertura, etc. Añadidos a los aceites o grasas de fritura evitan el salpicado y aumentan su estabilidad, encontrando también aplicación en el fraccionamiento de grasa líquida y de sus cristales. Algunos de estos aditivos tensioactivos tienen propiedades plastificantes, y su capacidad para formar películas flexibles y extensibles se aprovecha en la preparación de envolturas y revestimientos de alimentos como pescados, carnes, embutidos, volatería, frutas, quesos, etc. Se utilizan también como desemulsionantes y antiespumantes en aquellos procesos en que estos efectos son inconvenientes, así como lubricantes para maquinaria de la propia industria de la alimentación.

Composición

En cuanto a composición química de estos aditivos tensioactivos utilizados en la industria de la alimentación tenemos como grupo más importante los ésteres grasos de polioles. Son tensioactivos cuya parte hidrófila de la molé-



1, Monoglicérido



1,2, Diglicérido

cula deriva de un polialcohol, generalmente de 2 a 6 grupos hidroxilos, y la parte hidrófoba de ácidos grasos normales.

En primer lugar tenemos los *ésteres grasos parciales del glicerol*; es decir, mono y diglicéridos de ácidos grasos (fig.1). Son compuestos de carácter lipófilo y, por tanto, útiles para formar y estabilizar las emulsiones del tipo agua en aceite. Comercialmente son como tensioactivos los más antiguos y usados en la preparación de alimentos por su muy diversa aplicación y buen rendimiento en numerosos procesos, especialmente en productos al horno y, en general, en todos los procesos que llevan una fase grasa. Los productos utilizados van desde preparados con más de un 95% de contenido en monoglicéridos a productos más comerciales mezclas de mono, di y triglicéridos.

Existen numerosos y amplios estudios generales sobre la química de estos glicéridos parciales (58-61). La esterificación directa del glicerol con los ácidos grasos da una mezcla de mono y diglicéridos con pequeñas cantidades de glicerol, agua y triglicéridos, cuya composición varía según las condiciones de la reacción (62)(63). Sin embargo, el método industrial más corrientemente usado es la glicerólisis de las grasas, triglicéridos, con el glicerol (59-61)(66-69) a temperatura relativamente baja, en presencia de catalizadores alcalinos, dependiendo la proporción de mono y diglicéridos de las condiciones de la reacción y de su posterior fraccionamiento por destilación.

Relacionados con los glicéridos parciales antes mencionados, tenemos los *ésteres glicéridos mixtos*. Es decir, los ésteres de estos glicéridos grasos parciales obtenidos por esterificación de los hidroxilos libres del glicérido con monoácidos orgánicos simples como el acético o con hidroxácidos como el láctico, tartárico y cítrico, y con ácidos dibásicos como el succínico, adípico, fumárico, etc., y algunos ácidos inorgánicos como el fosfórico.

De estos ésteres mixtos los más importantes son los lactoglicéridos y acetoglicéridos, de por sí no más hidrófilos que los glicéridos parciales de que proceden (fig. 2 y 3)

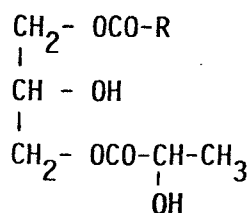


Fig. 2
Lactomonoglicérido
(1 lactoil-3 estearato de glicerilo)

Los *lactoglicéridos* se pueden obtener por esterificación del glicerol con cantidades equivalentes de ácido graso y ácido láctico, o bien por esterificación de los glicéridos parciales o del producto de la glicerólisis de una grasa con el ácido láctico, obteniéndose por lo general una

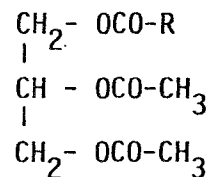


Fig. 3
Diacetoglicérido
(1,2 diacetil-3 estearato de glicerilo)

mezcla bastante compleja debido a que el hidroxilo del ácido láctico puede reaccionar a menos que sea bloqueado (59)(70-71). Los lactoglicéridos se utilizan en general para mejorar la estabilidad de emulsiones preparadas con emulsionante clásico y especialmente como aditivo para grasa de panadería y pastelería.

Igualmente importantes son los *acetoglicéridos*, que se pueden obtener por simple esterificación de los glicéridos parciales grasos con anhídrido acético o por interesterificación de los glicéridos parciales o triglicéridos con la triacetina (triacetilglicerol) (59)(72-78). Aparte de su uso como emulsionante y como aditivo de shortenings para bajar su punto de fusión, debido a sus propiedades lubricantes son útiles como tales para la propia maquinaria de la industria de la alimentación. Tienen así mismo propiedades plastificantes formando películas flexibles y extensibles, impermeables a vapores y gases, comestibles, muy utilizadas en la protección y envasado de alimentos.

Entre otros ésteres glicéridos mixtos con hidroxácidos orgánicos polibásicos, tenemos los *tartroglicéridos*, *acetiltartroglicéridos* y *citroglicéridos*, que son compuestos más hidrófilos que los glicéridos parciales de que proceden y, por tanto, adecuados para emulsiones del tipo aceite en agua. Así, por ejemplo, la reacción de un monoglicérido, como el monoestearato de glicerilo, con el anhídrido del ácido tartárico acetilado en sus dos hidroxilos conduce a los diacetiltartromonoglicéridos (59) (fig.4). Son compuestos que debido a su grupo carboxílico libre se combinan fácilmente con el gluten de las masas de productos al horno aumentando su habilidad para retener las burbujas de aire. Igualmente, sus buenas propiedades emulsionantes le hacen muy útiles como aditivo sinergista de otros emulsionantes clásicos.

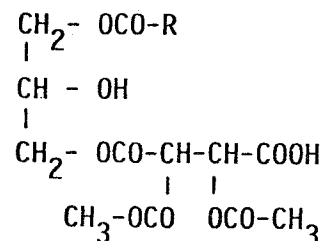


Fig. 4
Acetiltartroglicérido
(1 estearoil, 3 diacetiltartrato de glicerilo)

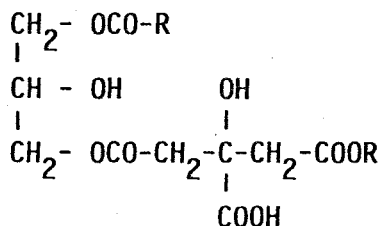


Fig. 5
(Citroglicérido)

(1 estearoil, 3 estearilcitrato de glicerilo)

De los citroglicéridos, principalmente ésteres del ácido cítrico con monoglicéridos, los más usados son los productos obtenidos por esterificación a su vez de un resto del ácido cítrico con un alcohol graso como el estearílico (fig. 5). Estos citroglicéridos estearilados son compuestos semisólidos que presentan una tensión interfacial muy baja y que se utilizan sobre todo como emulsionantes en la industria cárnica y como sinergistas para otros emulsionantes, para shortenings líquidos y plásticos, en margarinas, productos de panadería, pastelería, confitería, etc., e igualmente como sinergistas de antioxidantes de grasas comestibles (79).

Se utilizan también derivados tensioactivos más complejos, los *ésteres de glicéridos parciales con ácidos dibásicos no hidroxilados*, tales como succínico, adípico, fumarico, etc. (80)(81). La acilación de diglicéridos con estos diácidos orgánicos, mediante su reacción con el cloruro de ácido correspondiente, da unos compuestos que poseen entre otras propiedades características una alta viscosidad, y así como los aceites comestibles muy viscosos se pueden utilizar como lubricantes y agentes de revestimiento en la industria de los alimentos, estos derivados se usan con el mismo fin. Se obtienen derivados tanto de monoglicéridos como de diglicéridos (fig. 6)

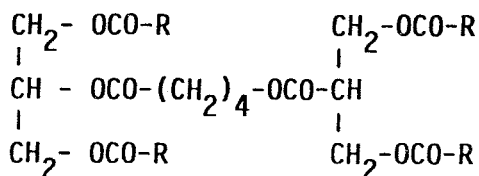


Fig. 6
Diester adípico de diglicérido
(bis (glicerol 1,3 diestearato) adipato)

Al igual que estos ésteres glicéridos mixtos con ácidos orgánicos se utilizan algunos derivados con ácidos inorgánicos, como el fosfórico, de constitución análoga a las lecitinas naturales y provistos de propiedades tensioactivas (fig. 7)

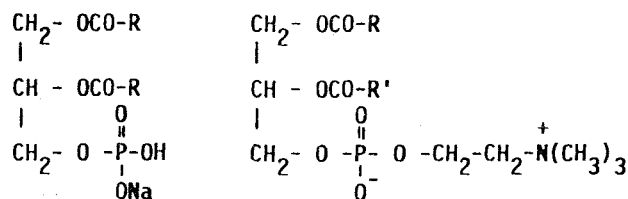


Fig. 7

Fosfoglicérido monosódico
(1,2 diestearoil, 3 fosfato sódico de glicerilo)

α lecitina
(fosfatidilcolina)

De los ácidos orgánicos no grasos citados anteriormente se obtienen otros ésteres no glicéridos con aplicaciones en la industria de la alimentación. Así, del ácido láctico derivan los *lactoil-lactatos* por esterificación de su grupo carboxílico con un alcohol graso. Partiendo de dos moles de ácido y uno de alcohol estearílico se obtiene el lactoilactato de estearilo (fig. 8), compuesto de buenas propiedades emulsionantes usado sobre todo en pastelería y por lo general en mezcla con monoglicéridos.

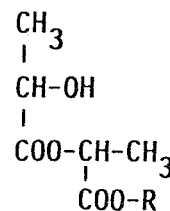


Fig. 8
Lactoil-lactato de estearilo

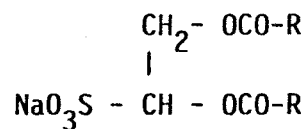


Fig. 9
Dialquisulfosuccinato sódico

Análogos derivados del alcohol estearílico son los esteariltartratos y estearilfumaratos de sodio. Del ácido cítrico se obtienen igualmente mono-, di- y triestearilcitratos, compuestos dotados de propiedades plastificantes y como tales se usan en la preparación de resinas para el embalaje de productos alimenticios (79). Igualmente se utilizan los dialquisulfosuccinatos (fig. 9).

Se preparan también del ácido láctico derivados por esterificación de su grupo alcohólico con ácidos grasos

como el esteárico. Son los *estearoil-lactatos*, compuestos semisólidos de buenas propiedades emulsionantes usados en panadería y pastelería que dan a la masa una mayor uniformidad, más extensibilidad y facilidad de maquinado, presentando los productos finales mejor textura y volumen, así como mayor duración de conservación (15)(82)(83)(fig. 10).

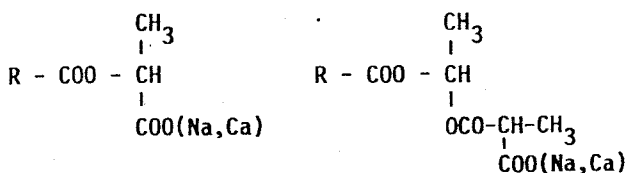


Fig. 10

Estearoil-2-lactilato

Estearoil-2-lactoil-lactilato

Como derivados análogos a los ésteres de ácidos grasos y glicerol se usan los *ésteres de poligliceroles*. Cuando el glicerol se calienta en presencia de catalizadores, por lo general alcalinos, sufre una polimerización por pérdida de agua y formación de enlaces éter. Se han obtenido poligliceroles de 2 a 30 moles de glicerol y de estructura lineal; si bien en la industria de la alimentación se usan con seguridad hasta los de 10 moles.

La esterificación de poligliceroles con ácidos grasos da una mezcla de composición y propiedades variables según los restos ácidos introducidos y el grado de polimerización, obteniéndose productos que van desde muy solubles en agua a muy solubles en grasas (84-87) (fig. 11)

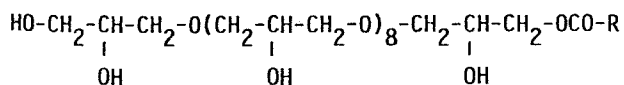


Fig. 11

Decaglicerolmonoéster

Mezcla de ésteres de glicerol y poliglicerol se obtienen también por alcoholisis de triglicéridos con poliglicerol.

Los ésteres de poligliceroles se utilizan en preparaciones que contengan buena cantidad de agua, natas líquidas y concentradas sintéticas, natas montadas, postres en polvo, en agentes de revestimiento y glaseado en confitería, en shortenings para pastelería y productos al horno para mejor conservación y textura en los productos acabados, como agente antisalpicao en margarinas, etc.

Junto a los ésteres de glicerol y poligliceroles se utilizan también los ésteres de otros polialcoholes, principalmente dioles y hexitoles. Aunque se describen ésteres del

etilenglicol, los usados son los ésteres del propilenglicol (propano-1,2 diol). El producto obtenido por esterificación del diol con ácidos grasos es una mezcla de mono y diéster, si bien con un exceso de glicol se favorece el rendimiento de monoéster sobre el hidroxilo primario (69)(88-89) (fig. 12). Otra forma de prepararlos es por alcoholisis de triglicéridos con los glicoles obteniéndose una mezcla de glicéridos y glicoles parciales. Igualmente, por reacción controlada del óxido de propileno sobre los ácidos grasos (90). Los ésteres del propilenglicol son compuestos de propiedades comparables a los acetoglicéridos y lactoglicéridos, utilizándose en la industria de los alimentos, principalmente en panadería y pastelería, las mezclas de monoésteres del propilenglicol con monoglicéridos (44) (78)(91)(93-95).

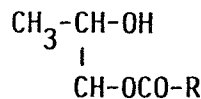


Fig. 12

Monoéster de propilenglicol

De otros polialcoholes, los más usados son los *derivados de hexitoles* ya que los de tetrítol, pentítol o pentaertrítol no encuentran aplicación en este campo. De los hexitoles usados, manitol y sorbitol, sus ésteres parciales grasos, sin modificar la base poliol, se pueden obtener por reacción del polialcohol con los cloruros de ácidos, con los propios ácidos grasos y por transesterificación o alcoholisis del poliol con ésteres metílicos grasos o con triglicéridos, y donde siempre juega un papel muy importante la elección de un disolvente común adecuado. Sin embargo, estos ésteres no tienen una gran importancia comercial. (26)(96-99)(101).

Los verdaderamente importantes son los *ésteres grasos de anhidrohexitoles*, ampliamente descritos en la literatura sobre agentes tensioactivos no-iónicos. Si bien se pueden obtener por esterificación del anhidrohexítol previamente preparado, el procedimiento más generalizado es la anhidrización y esterificación simultánea. En la anhidrización del hexítol, para lo cual es suficiente una temperatura relativamente elevada y catalizador ácido, se pierde una molécula de agua entre dos grupos hidroxilos dando lugar a la formación de un enlace éter. Así, se forma, en caso del sorbitol, el 1,4 sorbitán, si bien es posible la formación de isosorbita por pérdida de dos moléculas de agua (24)(26)(100) (fig. 13). Menos conocidos son el 1,5 y 2,5 sorbitán. Los ésteres de anhidrohexitoles formados son, por lo general, mezclas de diferentes grados de anhidrización y estereificación según temperatura, tiempo de reacción y proporciones de reactivos. Son compuestos con muy buenas propiedades emulsionantes, y como tales se utilizan mucho en panadería, pastelería, confitería y chocolatería; sobre todo sus derivados polioxieterilados o polisorbatos que veremos más adelante.

En España, como desarrollo del Código Alimentario Español, existen las listas de aditivos autorizados para usos alimentarios del Ministerio de Trabajo, Sanidad y Seguridad Social (131) y los trabajos de la CIOA (Comité Interministerial de Ordenación Alimentaria).

Igualmente ocurre a nivel internacional. Tenemos los trabajos de grupos de expertos sobre aditivos para alimentos de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y su Codex Alimentarius Mundi, así como las publicaciones de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el comité mixto de expertos FAO/WHO. Igualmente existen las directrices de la Comunidad Económica Europea (CEE)(133) a través de su Comité Científico de la Alimentación Humana, e incluso hace años se creó la European Food Emulsifiers Association (EFEMA) uno de cuyos objetivos principales era la promoción de una legislación apropiada dentro del campo de los aditivos emulsionantes usados en la industria de los alimentos dentro de la Comunidad Europea.

Para considerarlos totalmente inocuos para la salud del consumidor, los aditivos alimentarios deben pasar una serie de pruebas, generalmente costosas y de larga duración de ejecución, entre las que se incluyen, principalmente: pruebas de toxicidad aguda y crónica, de metabolismo, funcionales de órganos, ensayos histológicos, de reproducción en varias generaciones, de taratogénesis y carcinogénesis, de mutagénesis, modificación de reacciones inmunológicas, reacciones alérgicas, determinación de dosis diaria aceptable, etc. (134-141)

AGRADECIMIENTO

A la Sra. M.^a C. Martínez Peláez, Ayudante de Investigación por su colaboración y valiosa ayuda prestada durante la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Haupt, D.E.—«Detergent and surfactant trends in the 1980's»—Soap Cosm. Chem. Specialities **60**(9)(1984)42-53.
- Lissant, K.J.—«Emulsions and emulsion technology»—Cap. 5 «Food Emulsions» pag. 249-289, por M.W. Lynch y Griffin W.C.; Marcel Dekker Inc. N.Y. (1974).
- Nash, N.H. y Brickman L.M.—«Food emulsifiers. Science and art»—J. Am. Oil Chemists' Soc. **49**(1972)457-461.
- Adler, L.S.—«Emulsifiers and stabilizers»—Food Manuf. **41**(1)(1966) 17-18, 31-35.
- Macdonald, I.A.—«Emulsifiers: processing and quality control»—J. Am. Oil Chemists' Soc. **45**(1968)584A-619A.
- Petrowski, G.E.—«Food-grade emulsifiers»—Food Technol. part I, **29**(7)(1975)52-62; part II, **30**(7)(1976)36-40.
- Uzzan, A. y Ailloud F.—«Sur quelques dérivées des corps gras utilisables dans les industries alimentaires»—Rev. Franç. Corps Gras **11**(1964)453-463.
- Hitaka, T.—«Fundamental and use of emulsifiers for food. 12. Applications of emulsifiers and emulsified products»—Jushi **38**(1)(1985)102-108.
- Schuster, G.—«Preparation and stabilization of food emulsion»—Seifen-Öl-Fette-Wachse **107**(1981)391-401.
- Damer, M.—«Emulsifiers and stabilizers, a case of need»—IFFA, Inst. Flavours Food Addit. **10**(1)(1979)35-36.
- Gander, K.F. y Remke R.—«Properties of emulsifiers and their use in food»—Ernaehr-Umsch **26**(1979)349-355.
- Streuli, H.—«Food additives. Consistency-altering substances. Emulsifying agents»—Kosmet. Riechst. Lebensmittelzusatzst. Ed. Aebi H. y otros. Stuttgart (Alemania)(1978)157-185; 223-234.
- Matsui, H.—«Recent studies on emulsifiers for food»—New Food Ind. **18**(11)(1976)34-37.
- Krog, N.—«Function of emulsifiers in food systems»—J. Am. Oil Chemists' Soc **54**(1977)124-131.
- Lauidsen, J.—«Food emulsifiers: surface activity, edibility, manufacture, composition and application»—J. Am. Oil Chemists' Soc. **53**(1976)400-407.
- Friberg, S.—«Emulsion stability»—Food Sci. (N.Y.)(1976)5(Food Emulsions)1-37.
- Stutz, R.L.—«Role of emulsifiers and dough conditioner in food»—Food Prod. Develop. **7**(8)(1973)52, 54, 56, 57 y 60.
- Thalheimer, W.G. y Rusch, H.T.—«Elección adecuada de tensioactivo en la industria alimentaria. I. Clasificación, química y selección»—Food Prod. Develop. **4**(1)(1970)104-105, 108-109. «II. Elección adecuada de tensioactivo en la industria alimentaria. Función y aplicación»—ibid **4**(2)(1970)70, 74, 76, 78 y 86.
- Ramanatham, G.—«Food emulsifiers»—Indian Food Pacher **35**(3)(1981)46-52.
- McCutcheon, J.W.—«Emulsifiers and Detergents, Special Food Emulsifier Section»—McCutcheon Division, MC Publishing Co. N.J.(USA)1985.
- Paul, W.—«Emulsifiers and stabilizers: important supplementary materials in the production of physiologically nutritious and qualitatively high quality food I y II»—Lebendm-Ond. **23**(2)(1976)109-112; ibid **23**(1976)159-163.
- Krog, N. y Lauridsen, J.—«Food emulsifiers and their association with water»—Friberg, S. «Food emulsions»—Marcel Dekker Inc., N.Y. (1976) 68-139.
- Van Haften, J.L.—«Fat-based food emulsifiers»—J. Am. Oil Chemists' Soc. **56**(1979)831A-835A.
- Multon, J.L.—«Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires»—Techniques et Documentation Lavoisier, Paris, (1984).
- Thalheimer, W.G. y Rush, D.T.—«Elección adecuada de tensioactivos en la industria de la alimentación. II. Función y Aplicación»—Food Prod. Develop. **4**(2)(1970)70-86.
- Schick, M.J.—«Nonionic Surfactants»—M. Dekker, Inc. N.Y. (1967) Cap. 9.—«Application of polyol surfactants in food»—Benson, F.R., pg. 281-285.
- Oginoto, K.—«Application of sugar esters to tablets»—New Food Ind. **26**(410)(1984)12-16.
- Behrens, H. y Mieth, G.—«Synthesis, characterization and application of polyglycerols and polyglycerol fatty acid esters»—Nahrung **28**(1984)815-835.
- Hitaka, T.—«Fundamentals and use of edible emulsifiers»—Yushi **37**(5)(1984)57-63; ibid, **37**(2)(1984)45-52, **37**(11)(1984)82-87.
- Hitaka, T.—«Present status and trends of good emulsifiers»—Yukagaku **30**(1981)823-836.
- Krog, N.—«Function of emulsifiers in relation to food texture»—Rheol. Texture Food Qual. (1970)507-534.
- Sherman, Ph.—«Textural characteristics of food emulsions»—Rheol. Texture Food Qual. (1976)487-506.
- Hodul, P. y Dodok, L.—«Use of surfactants in the food industrie»—Prum. Potravin **28**(1977)369-372.
- Thomsen, L.—«Bread additives»—Nord Jordbrusforsk **58**(3)(1976)205-206.
- Chislett, L.R.—«Sorbitan and polyoxyethylene sorbitan esters in food products»—Int. Flavours Food Addit. (1976)(2)61-62.
- Dimitrios, D.—«Esters of sucrose and higher fatty acids as new emulsifiers for the food industrie»—Prum. Potravin. **18**(1967)647-649.
- Wurziger, J.—«Aditivos para productos de panadería»—Fette, Seifen, Anstrichmittel **81**(1979)408-411.

38. Langhans, E.K.—«Mono y digliceridos en pan congelado»—*Bakers Dig.* **44**(5)(1970)68-69.
39. Moran, D.P.J.—«Efecto de ciertos tensioactivos sobre la viscosidad de productos de confitería a base de azúcar y grasa»—*Riv. Int. Choc.* **25**(1970)333-337.
40. Moncrieff, J.—«Shortenings y emulsionantes para pasteles y helados»—*Bakers Dig.* **44**(5)(1970)60-63.
41. Teplova, R.V. y Antokolskaya, M.Y.—«Tensioactivos usados en la preparación de productos intermedios para bizcochos»—*Khleb. Kondit. Prom.* **15**(9)(1971)13-17.
42. Nazarov, N.I. y otros.—«Efecto de tensioactivos sobre características mecanoestructurales de pasta de macarrones»—*Khleb. Kond. Prom.* (3)(1973)23-24.
43. Schmidt, A. y Antokolskaya, M.Y.—«Uso de algunos tensioactivos en la producción de bizcochos»—*Khleb. Kond. Prom.* (1)(1973)22-24.
44. Kosmina, N.P. y otros.—«Efectos de emulsionantes sobre las propiedades del gluten, masa y calidad del pan»—*Khleb. Kond. Prom.* (10)(1973)7-8.
45. Schmidt, A.A. y otros.—«Efectos de los tensioactivos sobre la estabilización de aceites para freír durante el calentamiento a elevada temperatura»—*Maslo-Zhir. Prom.* (7)(1972)12-14.
46. Tenney, R.J.—«Acondicionadores de masa. Tensioactivos usados en panificación»—*Bakers Dig.* **52**(4)(1978)24-27.
47. Forman, L. y Vodickova, M.—«Perspectivas para el fraccionamiento de la grasa de la leche»—*Prum. Potravin* **28**(4)(1977)205-231.
48. Goryacheva, A.F. y Shukshina, T.F.—«Mejora de la calidad del pan por el uso de tensioactivos»—*Khleb. Kond. Prom.* (5)(1973)9-11.
49. Krog, N.—«Food emulsifiers and their associations with water»—*Food Sci. (N.Y.)* (1976)5.—*Food emulsions* 67-139.
50. Berger, K.G.—«Ice cream»—*Food Sci. (1976)(N.Y.)*5.—*Food emulsions*, 141-213.
51. Sphepherd, I.S.—«Cake emulsions»—*Food Sci. (N.Y.)*(1976)5.—*Food emulsions*, 215-275.
52. Graf, E.—«Milk and milk products»—*Food Sci. (N.Y.)*(1976)5.—*Food emulsions*, 295-383.
53. Schut, J.—«Meat emulsions»—*Food Sci. (N.Y.)*(1976)5.—*Food emulsions*, 385-458.
54. Hughes, E.J.—«The use of emulsifiers in baked foods»—*Baking Ind. J.* **7**(8)(1975)22-27.
55. Birnbaum, H.—«Interactions of surfactants in breadmaking»—*Baker's Dig.* **51**(1977)16-24.
56. Krog, N.—«Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking»—*Cereal Chem.* **58**(3)(1981)158-164.
57. Tenney, R.J.—«Dough conditioner (Bread softeners). The surfactants in breadmaking»—*Baker's Dig.* **52**(8)(1978)24-27.
58. Hartman, L.—«Advances in the synthesis of glycerides of fatty acids»—*Chem. Rev.* **58**(1958)845-863.
59. Feuge, R.O.—«Derivatives of fat use as foods»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **39**(1962)521-527.
60. Malkin J. y Bevan, T.H.—«Prog Chem. Fats Lipids»—IV, cp 3, 64-77, Pergamon Press Ltd. London (1957).
61. Markley, K.S.—«Fatty acids»—vol. II, pgs 873-899, Interscience Pub. Inc. N.Y. (1961).
62. Savary, P.—«Remarques sur la préparation des esters partiels des polyalcools et des acides gras par estérification directe»—*Bull. Soc. Chim. France* **15**(1948)361-364.
63. Gros, A.T. y Feuge, R.O.—«Preparation of partial glycerides by direct esterification»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **41**(1964)727-731.
64. Hartman, L.—«Glycerides synthesis by direct esterification»—*J. Chem. Soc.* (1957) 3572-3575.
65. Roos, J. y col.—«The stability and constitution of monoglycerides»—*Oils and Soap* (1946)257-259.
66. Choudhury, R.—«The preparation and purification of monoglycerides. I. Glycerolysis of fats»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **37**(1960)483-486.
67. Mattil, K.F. y Sims, R.J.—«The glycerolysis of fats»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **29**(1952)59-61.
68. Mehta, T.N. y Shah, S.N.—«Glycerolysis of oils. Fractionation of the products with alcohol and urea»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **34**(1957)587-591.
69. Brandner, J. y Birkmeier, R.—«Relative esterifiability of the primary and secondary hydroxyl groups of glycerol»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **37**(1960)390-397.
70. Fett, H.M.—«Separation and evaluation of components of lactylated emulsifiers»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **40**(1963)81-83.
71. Wootton, J.C. y Lutjon, E.S.—«Preparation and properties of various fatty compounds containing lactic acid»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **82**(1959)1762-1764.
72. Newman, A.A.—«The aceto-glycerides, a new food ingredient»—*Food Manuf.* **37**(1962)525-528.
73. Zabik, M.E. y Dawson, L.E.—«The acceptability of cooked poultry protected by an edible acetylated monoglyceride»—*Food Technol.* **17**(1)(1963)87-91.
74. Feuge, R.O. y otros.—«Modification of vegetable oils. XII. Plasticity of some aceto derivatives of monoestearin»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **29**(1952)11-14.
75. Allin-Slater, R.B.—«The present status of acetoglycerides»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **35**(3)(1958)122-127.
76. Baur, F.J.—«Acetin fats. I. Products made from mixed acetin fats»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **31**(1954)147-151.
77. Melier, M.T.—«Préparation d'acétoglycérides»—*Oléagineux* **10**(1955)335-336.
78. Moncrieff, J.—«Shortenings y emulsionantes para pastelería y heladería»—*Bakers Dig.* **44**(5)(1970)60-63.
79. Geminder, J.J.—«Stearyl monoglyceridyl citrate as an emulsifier enhance»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **41**(1964)92-94.
80. Feuge, R.O. y Ward, T.L.—«Esters of 1,3 diglycerides with fumaric, succinic and adipic acids»—*J. Am. Chem. Soc.* **36**(1958)6338-6341.
81. Ward, T.L., Gros, A.T. y Feuge, R.O.—«New fat products. Glycerides esters of adipic acid»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **36**(1958)667-671.
82. Tenney, R.J.—«Acondicionadores de masa/ablandadores de pan. Tensioactivos usados en panificación»—*Bakers Dig.* **52**(4)(1978)24-27.
83. Kaimal, T.N.—«Preparación de estearoil-2-lactilato sódico y su evaluación en la fabricación del pan»—*J. Food Technol. (India)* **15**(1978)28-30.
84. McIntyre, R.T.—«Polyglycerol esters»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **56**(1979)835A-840A.
85. Babayan, V.K. y McIntyre, R.T.—«Preparation and properties of some polyglycerol esters of fatty acids»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **48**(1971)307-309.
86. Wursifer, J.—«Über zusatzstoffe für backwaren»—*Fette, Seifen, Anstrichmittel* **81**(1979)408-411.
87. Babayan, V.K.—«Versatile intermediates as new food. The polyfunctional polyglycerols»—*Food Prod. Develop* **52**(6)(1968)58-64.
88. Brandner, J.D. y Birkmeier, R.L.—«The equilibrium distribution of acyl groups between primary and secondary hydroxyl positions in partial esters»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **41**(1964)367-70; *ibid* **37**(1960)390-396.
89. Martin, J.B. y Lutton, E.S.—«Preparation and phase behavior of positionally isomeric propylene glycol monoesters»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **42**(1965)529-533.
90. Wrigley, A.N., Smith, F.D. y Stirton, A.J.—«Reaction of ethylene oxide or propylene oxide with long-chain fatty acids. Mono and diesters formation»—*J. Am. Oil Chemists' Soc.* **36**(1959)34-37.
91. Schmidt, A.A. y Antokolkaya, M.Y.—«Uso de algunos tensioactivos en la producción de bizcochos»—*Khleb. Kond. Prom.* (1973)(1)22-24.
92. Fine, R.D.—«A review of ethylene oxide condensation with relation to surface-