

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 816**

51 Int. Cl.:

**A23D 7/06** (2006.01)

**A23C 23/00** (2006.01)

**A23J 1/20** (2006.01)

**A23C 21/00** (2006.01)

**A23D 9/06** (2006.01)

**C11B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06733172 .8**

96 Fecha de presentación: **26.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1876905**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2008**

54 Título: **Encapsulación de lípidos**

30 Prioridad:  
**26.04.2005 NZ 53962805**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.10.2012**

73 Titular/es:  
**MASSEY UNIVERSITY  
Palmerston North, NZ**

72 Inventor/es:  
**SINGH, Harjinder;  
ZHU, Xiang Quian y  
YE, Aiqian**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 387 816 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Encapsulación de lípidos

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a la protección de lípidos oxidables y en particular a una emulsión que protege los lípidos oxidables de daño oxidativo encapsulando los lípidos en un complejo proteico. La invención también proporciona un procedimiento de preparación de la emulsión y alimentos y cosméticos que contienen la emulsión.

**Antecedentes de la invención**

10 Recientemente se ha reconocido que los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga proporcionan beneficios nutricionales y para la salud amplios en la salud humana (Uauy-Dagach, R. y Valenzuela, A. Nutrition Reviews 1996; 54, 102-108; Ruxton, C.H.S., Reed, S.C., Simpson, J.A. y Millington, K.J. 2004; J. human Nutr. Dietet. 17, 449-459).

Por ejemplo, se ha documentado que los ácidos grasos omega-3 contribuyen a la prevención de la cardiopatía coronaria, hipertensión, diabetes de tipo 2, artritis reumatoide, enfermedad de Crohn y enfermedad pulmonar obstructiva (Simopoulos AP, Am J Clin Nutr, 1999; 70: 560-569).

15 El reconocimiento de los beneficios potenciales de estos lípidos ha estimulado el interés en alimentos y los nutracéuticos que contienen los mismos. Sin embargo, la inclusión de lípidos tales como ácidos grasos omega-3 en productos alimenticios da lugar a importantes desafíos de formulación. Muchos lípidos son sensibles a calor, luz y oxígeno y experimentan muy rápidamente daño oxidativo. La oxidación de ácidos grasos es una causa importante de deterioro de alimentos que puede afectar al sabor, aroma, textura, tiempo de conservación y color del alimento.

20 Además de producir características indeseables en el alimento tal como mal sabor, el daño oxidativo puede eliminar la actividad biológica beneficiosa de un lípido oxidable. También existe un potencial de daño en la salud aumentando la formación de radicales libres en el cuerpo. Por consiguiente, si los lípidos oxidables tales como ácidos grasos omega-3 se tienen que incorporar exitosamente en los productos alimenticios, estas características negativas se tienen que evitar.

25 Un modo de reducir el daño oxidativo es encapsular el lípido oxidable a fin de reducir su contacto con oxígeno, metales traza y otras sustancias que atacan los enlaces dobles y otras localizaciones susceptibles del lípido oxidable. Con este fin se han combinado los lípidos oxidables con varias sustancias diferentes incluyendo otros aceites, polisacáridos y proteínas.

30 Muchos sistemas de encapsulación existentes para ácidos grasos y otros lípidos usan polisacáridos y gelatina para formar microcápsulas; véase, por ejemplo, la patente Británica GB 1.236.885. Debido a su tamaño relativamente grande, estas microcápsulas pueden sedimentar en productos de baja viscosidad y, por tanto, son inadecuadas para la aplicación en bebidas, particularmente productos alimenticios tratados térmicamente de largo tiempo de conservación.

35 En la patente de Estados Unidos 4.895.725 se producen microcápsulas de aceite de pescado encapsulando el aceite dentro de un revestimiento entérico no soluble en aceite. Aunque sabrosas, las cápsulas resultantes no son térmicamente estables y son inestables a un pH mayor de 7. Esto limita en gran medida su aplicación en una gran diversidad de productos alimenticios.

40 También se han usado proteínas para encapsular los lípidos oxidables y han sido parcialmente exitosas reduciendo el olor de lípidos de olor fuerte. Por ejemplo; la Solicitud de patente JP 60-102168 describe una emulsión de aceite de pescado que incorpora proteínas hidrófilas que es capaz de suprimir el olor a pescado. Sin embargo, la composición es vulnerable a oxidación y todavía tiene que contener un antioxidante. Los mecanismos de oxidación en sistemas de alimentos complejos son diferentes de los de aceites a granel. Los compuestos que son antioxidantes eficaces en un aceite a granel pueden tener actividad pro-oxidante en sistemas alimenticios complejos. Por lo tanto, puede ser deseable evitar la incorporación de compuestos antioxidantes en la medida de lo posible. Las proteínas también son generalmente inestables cuando se calientan de tal manera que las emulsiones basadas en proteína pueden ser inadecuadas para muchas aplicaciones en alimentos.

45 La publicación PCT WO 01/80656 describe una composición que comprende una porción de leche o acuosa, un aceite protector tal como aceite de avena o aceite de salvado de avena y lípido poliinsaturado estabilizado con proteína de soja. Se describe que la emulsión demuestra una menor velocidad de oxidación que una emulsión no estabilizada debido a las propiedades antioxidantes del aceite protector.

50 La publicación PCT WO 96/19114 describe una emulsión de agua en aceite que contiene un aceite de pescado. La fase grasa de la emulsión comprende aceite de pescado no hidrogenado y un antioxidante. La fase acuosa no tiene que contener ningún ingrediente que pueda reaccionar o catalizar una reacción con los componentes de la fase grasa. La memoria descriptiva describe que las proteínas de la leche contienen ingredientes que pueden reaccionar con o actuar como catalizadores para una reacción con el aceite de pescado y/o antioxidante causando un mal

sabor metálico o sabor a pescado. Por lo tanto, se sugiere que el uso de estas proteínas en la emulsión se debe evitar.

5 Sin embargo, las proteínas de la leche se han usado en combinación con hidratos de carbono para encapsular aceites sensibles a oxígeno en la Solicitud de Patente de Estados Unidos 20030185960. La memoria descriptiva describe calentar una proteína de leche tal como caseína, soja o lactosuero con un hidrato de carbono que contiene un grupo reductor. Los productos de reacción de Maillard resultantes se mezclan con el aceite y se homogeneizan. Desafortunadamente, se considera que los productos de la reacción de Maillard tienen un efecto negativo sobre la salud humana. Además, el elevado contenido de azúcar de la emulsión resultante excluye su uso en productos salados bajos en calorías y/o bajos en hidratos de carbono.

10 Como consecuencia es un objeto de la invención proporcionar una emulsión mejorada o alternativa para encapsular al menos un lípido oxidable que mitiga al menos una de las desventajas que se han discutido anteriormente o que al menos proporcione al público una opción útil.

### **Sumario de la invención**

15 Un primer aspecto de la invención comprende en líneas generales una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado en un complejo de caseína y proteína de lactosuero.

20 En una realización, la emulsión comprende de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 60% en peso de al menos un lípido oxidable. Preferentemente, la emulsión comprende de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50% en peso de al menos un lípido oxidable, más preferentemente de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 40% en peso. En una realización preferente, la emulsión comprende de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 30% en peso de al menos un lípido oxidable.

25 En otra realización, el lípido oxidable es un lípido comestible, tal como un ácido graso poliinsaturado o éster del mismo. Preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso altamente insaturado o un éster del mismo. Más preferentemente, el lípido oxidable es aceite de pescado o se obtiene de aceite de pescado. Mucho más preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso omega-3, tal como un ácido eicosapentaenoico (EPA) o ácido docosahexaenoico (DHA).

En otra realización, la emulsión comprende al menos caseína aproximadamente al 0,25% en peso. Preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente caseína de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

30 En otra realización, la emulsión comprende al menos proteína de lactosuero aproximadamente al 0,25% en peso. Preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, proteína de lactosuero de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

35 En otra realización, la proporción en peso de caseína a proteína de lactosuero en la emulsión es de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:10. Preferentemente, la proporción de caseína a proteína de lactosuero es de aproximadamente 5:1 a aproximadamente 1:5, más preferentemente de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 1:2 y mucho más preferentemente 1:1.

Preferentemente, la caseína es caseinato sódico.

40 Preferentemente, la proteína de lactosuero es aislado de proteína de lactosuero (WPI).

45 En otra realización, el complejo se forma calentando una mezcla de caseína y soluciones de proteína de lactosuero a aproximadamente 70°C a aproximadamente 100°C, más preferentemente de aproximadamente 80°C a aproximadamente 95°C y mucho más preferentemente a aproximadamente 90°C. Preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 minutos. Más preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 minutos. Mucho más preferentemente, el calentamiento es durante aproximadamente 5 minutos.

50 Preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se ajusta en pH de aproximadamente 6 a aproximadamente 9 antes del calentamiento. Más preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se ajusta en pH de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 8 antes del calentamiento, incluso más preferentemente de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 8,0.

En una realización preferente, la emulsión comprende caseína aproximadamente al 2% en peso y proteína de lactosuero aproximadamente al 2% en peso.

Opcionalmente, la emulsión se puede desodorizar. En una realización, la emulsión se puede desodorizar burbujeando nitrógeno a través de la misma a presión reducida.

Opcionalmente, la emulsión se puede secar para formar un polvo. En una realización, la emulsión se puede secar mediante secado por pulverización.

5 Opcionalmente, la emulsión se puede tratar térmicamente o esterilizar. En una realización, la emulsión se esteriliza mediante temperatura ultra alta (UHT) (por ejemplo, 140°C durante 5 segundos). En otra realización, la emulsión se pasteuriza (por ejemplo, 72°C durante 15 segundos). En otra realización, la emulsión se destila en retortas (por ejemplo, se calienta en un recipiente sellado a 120°C durante 20 minutos).

En un segundo aspecto, la invención comprende en líneas generales un procedimiento de preparación de una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado por un complejo de caseína y proteína de lactosuero, comprendiendo el procedimiento:

10 (a) formar un complejo de caseína y proteína de lactosuero en solución acuosa, en el que la caseína y la proteína de lactosuero están unidas mediante enlaces disulfuro,  
 (b) dispersar el al menos un lípido oxidable en la solución acuosa y  
 (c) homogeneizar la mezcla formada en la etapa (b).

15 En una realización, la emulsión comprende de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 60% en peso de al menos un lípido oxidable. Preferentemente, la emulsión comprende de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50% en peso de al menos un lípido oxidable, más preferentemente de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 40% en peso. En una realización preferente, la emulsión comprende de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 30% en peso de al menos un lípido oxidable.

20 En otra realización, el lípido oxidable es un lípido comestible tal como un ácido graso poliinsaturado o un éster del mismo. Preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso altamente insaturado o un éster del mismo. Más preferentemente, el lípido oxidable es aceite de pescado o se obtiene de aceite de pescado. Mucho más preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso omega-3, tal como EPA o DHA.

25 En otra realización, la emulsión comprende al menos caseína aproximadamente al 0,25% en peso, preferentemente caseína de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, caseína de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

30 En otra realización la emulsión comprende al menos proteína de lactosuero aproximadamente el 0,25% en peso, preferentemente proteína de lactosuero de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, proteína de lactosuero de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

35 En otra realización de la emulsión, la proporción en peso de caseína a proteína de lactosuero es de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:10. Preferentemente, la proporción de caseína a proteína de lactosuero es de aproximadamente 5:1 a aproximadamente 1:5, más preferentemente de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 1:2 y mucho más preferentemente 1:1.

Preferentemente, la caseína es caseinato sódico.

Preferentemente, la proteína de lactosuero es aislado de proteína de lactosuero (WPI).

40 En otra realización, el complejo se forma calentando una mezcla de caseína y soluciones de proteína de lactosuero de aproximadamente 70°C a aproximadamente 100°C, más preferentemente de aproximadamente 80°C a aproximadamente 95°C y mucho más preferentemente a aproximadamente 90°C. Preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 minutos. Más preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 minutos. Mucho más preferentemente, el calentamiento es durante aproximadamente 5 minutos.

45 Preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se ajusta en pH de aproximadamente 6 a aproximadamente 9 antes del calentamiento. Más preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se ajusta en pH de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 8 antes del calentamiento, aún más preferentemente, de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 8,0.

Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de desodorización. En una realización, la emulsión se puede desodorizar burbujeando nitrógeno a través de la misma a presión reducida.

50 Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de secar la emulsión. En una realización, la emulsión se puede secar mediante secado por pulverización.

Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de tratamiento térmico o esterilización. En una realización, la emulsión se esteriliza mediante temperatura ultra alta (UHT) (por ejemplo, 140°C durante 5 segundos). En otra realización, la emulsión se pasteuriza (por ejemplo, 72°C durante 15 segundos). En otra realización, la

emulsión se destila en retortas (por ejemplo, se calienta en un recipiente sellado a 120°C durante 20 minutos).

En un tercer aspecto, la invención comprende en líneas generales un procedimiento de preparación de una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado por un complejo de caseína y proteína de lactosuero, comprendiendo el procedimiento:

- 5 (a) calentar una solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero para formar un complejo de proteína,  
 (b) dispersar el al menos un lípido oxidable en la solución acuosa y  
 (c) homogeneizar la mezcla formada en la etapa (b).

10 En una realización, la emulsión comprende de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 60% en peso de al menos un lípido oxidable. Preferentemente, la emulsión comprende de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 50% de peso de al menos un lípido oxidable, más preferentemente de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 40% en peso. En una realización preferente, la emulsión comprende de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 30% en peso de al menos un lípido oxidable.

15 En otra realización, el lípido oxidable es un lípido comestible, tal como un ácido graso poliinsaturado o un éster del mismo. Preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso altamente insaturado o un éster del mismo. Más preferentemente, el lípido oxidable es un aceite de pescado o se obtiene de aceite de pescado. Mucho más preferentemente, el lípido oxidable es un ácido graso omega-3, tal como EPA o DHA.

20 En otra realización la emulsión comprende al menos caseína aproximadamente al 0,25% en peso, preferentemente caseína de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, caseína de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

25 En otra realización la emulsión comprende al menos proteína de lactosuero aproximadamente al 0,25% en peso, preferentemente proteína de lactosuero de aproximadamente el 0,25 a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, proteína de lactosuero de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 3% en peso.

30 En otra realización de la emulsión la proporción de peso de caseína proteína de lactosuero es de aproximadamente 10:1 a 1:10. Preferentemente, la proporción de caseína a proteína de lactosuero es de aproximadamente 5:1 a aproximadamente 1:5, más preferentemente de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 1:2 y mucho más preferentemente 1:1.

30 En otra realización, la caseína es caseinato sódico.

En otra realización, la proteína de lactosuero es aislado de proteína de lactosuero (WPI).

35 En otra realización la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se calienta de aproximadamente 70°C a aproximadamente 100°C, más preferentemente de aproximadamente 80°C a aproximadamente 95°C y mucho más preferentemente a aproximadamente 90°C. Preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 minutos. Más preferentemente, el calentamiento es durante de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 minutos. Mucho más preferentemente, el calentamiento es durante aproximadamente 5 minutos.

40 Preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero se ajusta a un pH de aproximadamente 6 a aproximadamente 9 antes del calentamiento. Más preferentemente, la solución acuosa de caseína y proteína de suero se ajusta en pH de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 8 antes del calentamiento, aún más preferentemente, de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 8,0.

Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de desodorización. En una realización la emulsión se puede desodorizar burbujeando nitrógeno a través de la misma a presión reducida.

45 Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de secar la emulsión. En una realización, la emulsión se puede secar mediante secado por pulverización.

50 Opcionalmente, el procedimiento incluye una etapa adicional de tratamiento térmico o esterilización. En una realización, la emulsión se esteriliza mediante temperatura ultra alta (UHT) (por ejemplo, 140°C durante 5 segundos). En otra realización, la emulsión se pasteuriza (por ejemplo, 72°C durante 15 segundos). En otra realización, la emulsión se destila en retortas (por ejemplo, se calienta en un recipiente sellado a 120°C durante 20 minutos).

Otros aspectos de la invención proporcionan un polvo obtenido secando la emulsión de la invención y productos alimenticios y cosméticos que incorporan la emulsión o el polvo de la invención de combinaciones de ambos.

En una realización, la invención proporciona un alimento tal como una salsa para mojar, condimento, salsa o pasta que comprende la emulsión o polvo de la invención.

En otra realización, la invención proporciona un cosmético tal como una crema cutánea hidratante, crema de manos, crema facial o crema para masaje que comprende la emulsión o el polvo de la invención.

5 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama de flujo que muestra una realización preferente del procedimiento de la invención.

10 La Figura 2 es un gráfico que muestra las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones basadas en proteína que incluyen una realización preferente de la invención (medidas como la concentración de sustancias reactivas con ácido tiobarbitúrico (TBARS)) a lo largo de un período de cuatro días durante incubación a 60°C.

15 La Figura 3 es un gráfico que muestra las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones proteicas que incluyen una realización preferente de la invención (medidas como la concentración de propanal de espacio de cabeza extraído mediante SPME) a lo largo de un período de 16 horas durante incubación a 60°C.

La Figura 4 son dos gráficos que muestran las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones preferentes de la invención preparadas usando soluciones proteicas de concentración variable. La Figura 4A muestra valores de TBARS y la Figura 4B muestra valores de hidroperóxido.

20 La Figura 5 es un gráfico que muestra las velocidades de oxidación de lípido de dos realizaciones preferentes en la invención (medidas determinando la formación de propanal).

La Figura 6 son dos gráficos que muestran las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones preferentes de la invención preparadas en diferentes condiciones de pH. La Figura 6A muestra valores de TBARS y la Figura 6B muestra valores de hidroperóxido.

25 La Figura 7 son dos gráficos que muestran las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones preferentes de la invención preparadas en diferentes condiciones de pH (medidas determinando la formación de propanal).

La Figura 7A muestra las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones recién preparadas mientras que la Figura 7B muestra las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones incubadas durante 6 horas a 60°C.

30 La Figura 8 son dos gráficos que muestran las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones preferentes preparadas en diferentes condiciones de temperatura. La Figura 8A muestra valores de TBARS y la Figura 8B muestra valores de hidroperóxido.

La Figura 9 es un gráfico que muestra la velocidad de oxidación de lípidos de una realización preferente de la invención antes y después del tratamiento térmico (medida determinando la formación de propanal).

35 La Figura 10 es un gráfico que muestra la velocidad de oxidación de lípidos de una emulsión preferente de la invención después de secado y reconstitución (medida determinando la formación de propanal).

La Figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento de preparación de una salsa para mojar de humus de una emulsión de la invención.

**Descripción detallada de la invención**

40 El término "lípido" como se usa en el presente documento significa una sustancia que es soluble en disolventes orgánicos e incluye, pero sin limitación, aceites, grasas, triglicéridos, ácidos grasos y fosfolípidos.

El término "emulsión" como se usa en el presente documento significa una composición que comprende dos fases líquidas e inmiscibles, en las que una de las fases líquidas está dispersa en la otra en forma de pequeñas gotas.

45 La expresión "ácido graso poliinsaturado o éster del mismo" como se usa en el presente documento significa un ácido graso con dos o más enlaces dobles carbono-carbono en su cadena de hidratos de carbono o el éster de tal ácido.

La expresión "ácido graso altamente insaturado o éster del mismo" como se usa en el presente documento significa un ácido graso poliinsaturado que tiene al menos 18 átomos de carbono y al menos 3 enlaces dobles o el éster de tal ácido.

La expresión “aceite de pescado” como se usa en el presente documento significa aceite o grasa extraída de un animal que vive en agua, incluyendo, pero sin limitación, peces. Los ejemplos incluyen, pero sin limitación, aceite o grasa extraída de atún, arenque, caballa, sardina, salmón, hígado de bacalao, anchoa, fletan y tiburón y combinaciones de los mismos.

- 5 La expresión “ácido graso omega-3” como se usa en el presente documento significa un ácido graso poliinsaturado cuyo primer enlace doble tiene lugar en el tercer enlace carbono-carbono desde el extremo opuesto del grupo ácido.

10 El término “comprende” como se usa en la presente memoria descriptiva significa “que consiste al menos en parte”. Esto quiere decir que cuando se interpretan las afirmaciones en la presente memoria descriptiva que incluyen esa expresión, todas las características incluidas por esa expresión en cada afirmación tienen que estar presentes pero también pueden estar presentes otras características.

15 Se pretende que la referencia a un intervalo de números desvelado en el presente documento (por ejemplo, de 1 a 10) incorpore también referencia a todos los números racionales dentro de ese intervalo (por ejemplo, 1, 1,1, 2, 3, 3,9, 4, 5, 6, 6,5, 7, 8, 9 y 10) y también cualquier intervalo de números racionales dentro de ese intervalo (por ejemplo, de 2 a 8, de 1,5 a 5,5 y de 3,1 a 4,7) y, por lo tanto, todos los sub-intervalos de todos los intervalos expresamente desvelados en el presente documento de este modo están desvelados expresamente. Estos son solamente ejemplos de lo que se pretende específicamente y se tiene que considerar que todas las posibles combinaciones de valores numéricos entre el menor valor y el mayor valor enumerados están expresadas expresamente en la presente solicitud de un modo similar.

20 En un primer aspecto, la invención proporciona una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado en un complejo de caseína y proteína de lactosuero. Preferentemente, el complejo comprende caseína y proteínas de lactosuero que están reticuladas en cierto grado o unidas covalentemente de otro modo.

La encapsulación del lípido oxidable por el complejo estabiliza el lípido oxidable disminuyendo su velocidad de oxidación. También hace que el olor y el sabor del lípido sean más sabrosos para los consumidores. El producto resultante tiene la ventaja de que es estable térmicamente, lo que permite que se trate térmicamente o esterilice.

25 El complejo se prepara preferentemente calentando una solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero.

Sin el deseo de quedar ligado a la teoría, se cree que este procedimiento causa el desplegamiento de las proteínas de lactosuero que liberan los grupos sulfhidrilo de las respectivas proteínas, permitiendo que formen enlaces de puente disulfuro intermoleculares con las caseínas. El exceso de grupos sulfhidrilo presente en las proteínas de lactosuero permanece en su estado reducido. Este grupo sulfhidrilo libre otorga actividad antioxidante adicional al complejo.

30 Preferentemente, la encapsulación de lípido oxidable por el complejo se consigue mediante la homogeneización de la mezcla del complejo proteico y el lípido. Esto da como resultado la formación de micropartículas de lípido oxidable, con un diámetro promedio de  $0,4 \pm 0,5 \mu\text{m}$ , que están encapsuladas en el complejo proteico. El complejo proteico, que está adsorbido en la interfaz de aceite-agua, mejora en gran medida la estabilidad de emulsiones y protege el lípido oxidable de exposición a oxidantes y pro-oxidantes. Los pro-oxidantes, tales como iones metálicos, son capaces de disminuir la energía de activación para el inicio de la oxidación de lípido. Algunos de estos iones metálicos están unidos por los complejos proteicos, lo que reduce su impacto negativo sobre la oxidación de lípido.

35 La caseína para su uso en la invención puede ser cualquier proteína de caseína que incluye, pero sin limitación,  $\alpha$ -caseína,  $\kappa$ -caseína,  $\beta$ -caseína y  $\delta$ -caseína y sus sales y mezclas de los mismos. Preferentemente, la caseína es caseinato sódico.

40 La proteína de lactosuero para su uso en la invención puede ser cualquier proteína de suero de leche o composición proteica incluyendo, pero sin limitación aislado de proteína de lactosuero, concentrado de proteína de lactosuero,  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina. Preferentemente, la proteína de lactosuero es WPI.

45 El lípido oxidable puede ser cualquier lípido que se oxida al menos parcialmente mediante exposición a oxígeno atmosférico. El lípido oxidable puede ser cualquier lípido de uso en las industrias alimentaria, farmacéutica o cosmética y preferentemente es un lípido comestible. El lípido oxidable puede extraerse de un animal marino, planta, fitoplancton o algas incluyendo microalgas o cualquier otra fuente de apropiada. Como alternativa se puede producir sintéticamente. El lípido oxidable se puede usar en forma no purificada, purificada o altamente purificada, concentrada o no concentrada.

50 Los lípidos oxidables adecuados para su uso en la invención incluyen, pero sin limitación, aceites vegetales tales como aceite de colza, aceite de borraja, aceite de primula, aceite de cárcamo, aceite de girasol, aceite de semilla de lino, aceite de germen de trigo, aceite de alga, aceite de semilla de uva; grasas sensibles a oxígeno; precursores de ácidos grasos omega-3 tales como ácido  $\alpha$ -linolénico; y aceites de pescado obtenidos de pescado tales como atún, arenque, caballa, sardina, salmón, hígado de bacalao, anchoas, fletan y tiburón.

55 Los lípidos oxidables preferentes son los ácidos grasos poliinsaturados y ésteres de los mismos, en particular, ácidos grasos altamente insaturados o ésteres de los mismos. Preferentemente, la emulsión de la invención

contiene al menos ácido graso poliinsaturado a aproximadamente el 10% o éster. Son particularmente preferentes los ácidos grasos altamente insaturados tales como ácidos grasos omega-3 y omega-6 y los aceites que contienen los mismos, por ejemplo, EPA y DHA.

5 La estabilidad oxidativa de las emulsiones de la invención se pueden medir usando cualquier ensayo conocido en la técnica, por ejemplo, el valor de peróxido (Association of Official Analytical Chemists, International; Official Method CD 8-53) o el ensayo de TBARS (Inou, T., Ando, K. y Kikugawa, K. 1998. Journal of the American Oil Chemists' Society, 75, 597-600). Otra técnica para analizar la estabilidad oxidativa de una composición es midiendo la formación de propanal. El propanal es un producto oxidativo importante de los ácidos grasos omega-3 y se piensa que es la fuente principal de los malos olores producidos cuando se oxida el lípido. El análisis de volátiles de la formación de propanal por lo tanto se puede usar para calibrar la estabilidad oxidativa (D Djordjevic, D J McClements y E A Decker, Journal of Food Science 2004, Vol. 69 Nr. 5,356-362.; H Lee y col. Journal of Food Science 2003, Vol. 68 Nr. 7 2169-2177; Augustin Mary Ann y Sanguansri, Luz. Solicitud de Patente de los Estados Unidos 20030185960).

15 La Figura 1 muestra una realización preferente del procedimiento de la invención. Como se muestra en el diagrama, la emulsión se prepara mezclando en primer lugar cantidades iguales (en peso) de caseína y proteína de lactosuero en agua para formar la solución acuosa. Aunque se prefiere una proporción 1:1 de los componentes proteicos se pueden usar otras proporciones en el procedimiento de la invención.

20 En otra realización, la emulsión comprende al menos caseína aproximadamente al 0,25% en peso. Preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende caseína de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, caseína de aproximadamente el 2% a aproximadamente el 3% en peso.

25 En otra realización, la emulsión comprende proteína de lactosuero a al menos aproximadamente al 0,25% en peso. Preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 5% en peso. Más preferentemente, la emulsión comprende proteína de lactosuero de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 4% en peso, mucho más preferentemente, proteína de lactosuero de aproximadamente el 2% a aproximadamente el 3% en peso.

30 Preferentemente, la concentración de proteína total es de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 10%. Más preferentemente, la concentración de proteína total es de aproximadamente el 2% a aproximadamente el 8%. En una realización preferente, la concentración de proteína total es el 4%. Pueden ser útiles emulsiones con concentración de proteína diferente en diferentes aplicaciones. Las emulsiones de alta concentración de proteína (por ejemplo, proteína al 10%) pueden ser viscosas y difíciles de manejar. La proteína es un componente caro, por lo tanto, las emulsiones altamente estables de baja concentración de proteína son económicamente ventajosas.

Opcionalmente, el agua puede haberse en primer lugar desionizado y haberse retirado el oxígeno usando técnicas conocidas en la materia.

35 En esta realización, el pH de la mezcla de ajusta después de aproximadamente 6 a aproximadamente 9. Preferentemente, el pH se ajusta de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 8, más preferentemente de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 8. El pH se puede ajustar usando cualquier base acuosa, tal como solución de NaOH y un ácido acuoso tal como solución de HCl.

40 En esta realización, la mezcla después se calienta de aproximadamente 70°C a aproximadamente 100°C durante 1 a 30 minutos. Preferentemente, la mezcla se calienta de aproximadamente 75°C a aproximadamente 95°C, más preferentemente a aproximadamente 90°C. Preferentemente, la mezcla se calienta durante 5 minutos. El calentamiento causa el desplegado de las proteínas y, por tanto, expone sus grupos sulfhidrilo. Se piensa que los grupos sulfhidrilo se someten a reacciones de intercambio de disulfuro de sulfhidrilo para formar enlaces intermoleculares para preparar un complejo de los dos tipos de proteínas.

45 El lípido oxidable, en este caso aceite de pescado, se mezcla después con el complejo. La mezcla se homogeniza para formar una emulsión de la invención. La etapa de homogeneización puede llevarse a cabo mediante cualquier procedimiento de emulsión convencional conocido en la técnica. Por ejemplo, el lípido oxidable se puede añadir a la fase acuosa con mezcla con alta cizalla para preparar una pre-emulsión. Después, la pre-emulsión se puede someter a homogeneización a alta presión. Cuando se homogeniza con el aceite, el complejo unido con disulfuro forma capas interfaciales más espesas y más estables. Esto proporciona una mayor encapsulación y una mejor estabilidad térmica a la emulsión en comparación con emulsiones preparadas con una única proteína o mezclas no complejadas de proteínas.

50 Opcionalmente, la emulsión se puede tratar térmicamente o esterilizar. Por ejemplo, la emulsión se puede someter a tratamiento de calor ultra alto (por ejemplo, 140°C durante 5 segundos) o pasteurizar (por ejemplo 72°C durante 15 segundos). La emulsión también se puede destilar en retortas (calentar en un recipiente sellado a 120°C durante 20 minutos). La emulsión también se puede secar mediante cualquier procedimiento conocido en la técnica para formar un polvo que contiene lípidos oxidables encapsulados. Los procedimientos de secado de la emulsión incluyen, pero sin limitación, secado por pulverización.

La emulsión de la invención también puede comprender aditivos tales como agentes saporíferos, nutrientes, vitaminas, estabilizantes, conservantes, antioxidantes, edulcorantes, agentes colorantes, agentes enmascarantes, azúcares, tampones, agentes disgregantes, agentes de suspensión, agentes solubilizantes, emulsionantes, potenciadores y similares.

5 Los alimentos que contienen lípidos oxidables tales como ácidos grasos omega-3 se considera que son alimentos funcionales de alto nivel. Las emulsiones y polvos preparados de acuerdo con la presente invención son adecuados como ingredientes para su uso en una diversidad de productos alimenticios que incluyen, pero sin limitación, leche y productos basados en leche, salsas para mojar, untables, salsas, pastas, yogures, condimentos, aderezos, bebidas, productos de pasta, productos de panadería y pastelería, productos cárnicos y de pescado, alimentos infantiles, queso procesado, queso natural, zumo vegetal, zumo de verduras, zumo de frutas, salchicha, paté, golosinas, mayonesa, aderezo, salsa de semilla de soja, pasta de semilla de soja. También se pueden usar como una fuente alternativa o una sustitución parcial de aceites y grasas en helado, postres lácteos, cremas, bases para sopa, productos lácteos rellenos, alimentos de aperitivo y barras de nutrición y deportivas.

10 La emulsión de la invención tiene la ventaja de que es estable al calor, lo que permite que se esterilice. Esto es de gran beneficio ya que permite añadir el líquido encapsulado a productos alimenticios y nutracéuticos que se tienen que esterilizar antes del consumo, por ejemplo, fórmulas infantiles y bebidas UHT.

15 La emulsión de la invención también se puede usar en otros campos, a fin de encapsular sabores solubles en aceite, antioxidantes y otros bioactivos para usos médicos. Por ejemplo, los nutracéuticos tales como aceite de hígado de bacalao, aceite mineral, vitaminas solubles en aceite y fármacos suministrados en una base de aceite se pueden incorporar todos en la emulsión de la invención. En particular, la emulsión de la invención se puede usar para suministrar vitamina A (retinol), vitamina D (calciferol), vitamina E, tocoferoles, tocotrienoles, vitamina K (quinona), beta-caroteno (pro-vitamina-A) y combinaciones de los mismos.

Las emulsiones de la invención se pueden usar también en la producción de cosméticos tales como hidratante, crema cutánea, crema de manos, crema facial, crema para masaje o maquillaje.

20 La emulsión de la invención proporciona un medio cómodo y barato para estabilizar lípidos oxidables tales como aceites de pescado. La encapsulación en un complejo proteico reduce la velocidad de oxidación de lípido oxidable y garantiza que cualquier color y/o sabor desagradable se enmascare haciendo que sea más sabroso para los consumidores.

30 Aparte de proteger el lípido oxidable de oxidantes y pro-oxidantes, los grupos sulfhidrilo expuestos pueden tener por sí mismos actividad antioxidante. Por lo tanto, las propiedades antioxidantes inherentes de la emulsión de la invención también ayudan a prevenir que los lípidos oxidables se echen a perder. Adicionalmente, se sabe que la caseína y las proteínas de lactosuero se unen a iones metálicos tales como los iones de Fe y Cu. Se piensa que estos iones son catalizadores para la inducción de la oxidación de lípido.

35 La actividad antioxidante inherente de las emulsiones de la invención puede reducir o eliminar la necesidad de añadir compuestos antioxidantes adicionales a la emulsión o los productos preparados a partir de la emulsión. Esto es ventajoso debido a que muchos compuestos usados exitosamente como antioxidantes en aceites a granel puedan demostrar actividad pro-oxidante en sistemas alimenticios complejos.

La emulsión de la invención es resistente a oxidación, estable a tratamientos térmicos, por ejemplo, pasteurización UHT, tiene un largo tiempo de conservación y tiene un sabor y gusto mejorado.

40 A continuación se ilustrarán diversos aspectos de la invención de formas no limitantes mediante referencia a los siguientes ejemplos.

### Ejemplo 1

45 Para preparar 1 kg de emulsión se disolvieron 20 g de aislado de proteína de lactosuero y 20 g de caseinato sódico (ambos suministrados por Fonterra Co-operative Ltd, Nueva Zelanda) en 660 g de agua desionizada a 40°C durante 30 min con agitación continua. El agua desionizada se produjo pasando agua a través de un filtro de membrana de 0,22 µm con vacío para retirar el oxígeno. El pH de la solución proteica se ajustó a 7,5 usando NaOH 1 M. La solución proteica se calentó rápidamente hasta 90°C en una planta piloto de temperatura ultra alta (UHT) (Alpha Laval, Suecia), se mantuvo a esta temperatura durante 10 min y después se enfrió inmediatamente a 20°C en un baño de hielo. La solución proteica (700 g) se mezcló con 300 g de aceite de atún (aceite alimenticio n-3 ROPUFA'30', Roche Vitamins (RE) Ltd) y la mezcla se homogeneizó en un homogeneizador de dos etapas (AVP 2000, Dinamarca) con una presión de primera etapa de 25000 kPa y una presión de segunda etapa de 4000 kPa. La emulsión se homogeneizó dos veces para mezclar de forma más eficaz la fase oleosa. Después se pasteurizó la emulsión a 72°C durante 15 s usando una planta de UHT.

El procedimiento se muestra esquemáticamente en la Figura 1.

55

**Ejemplo 2**

Las velocidades de oxidación de ocho emulsiones que contienen proteína (**A - D** y **F - G**) se compararon con la emulsión de la invención (**E**) a lo largo de un periodo de cuatro días. La composición de las emulsiones se muestra a continuación.

- 5           **A:** caseinato sódico al 2%  
               **B:** caseinato sódico al 4%  
               **C:** WPI al 2%  
               **D:** WPI al 4%  
               **E:** emulsión de la invención (WPI al 2% y caseinato sódico al 2%)  
 10          **F:** caseinato sódico al 2% + glucosa al 2% calentada a 90°C durante 30 min  
               **G:** caseinato sódico al 4% + glucosa al 4% calentada a 90°C durante 30 min  
               **H:** WPI al 2% + glucosa al 2% calentada a 90°C durante 30 min  
               **I:** WPI al 4% + glucosa al 4% calentada a 90°C durante 30 min

- 15          Las emulsiones **A** a **D** se prepararon basándose en el artículo publicado por D Djordjevic, D J McClements y E A Decker, Journal of Food Science 2004, Vol. 69 N° 5.356-362, que forma la base de la Patente de Estados Unidos 6.444.242. La emulsión **E** se preparó de acuerdo con el Ejemplo 1. Las emulsiones **F** a **I** se prepararon a partir de las enseñanzas de Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 20030185960.

- 20          Todas las emulsiones contenían aceite de pescado al 30%. Las emulsiones se incubaron a 60°C y se ensayaron a las 16, 39, 63 y 84 horas. Los resultados se muestran en la Figura 2. El alcance de la oxidación se midió usando el ensayo de sustancias reactivas a ácido tiobarbitúrico (TBAR) que mide la concentración de malonaldehído (MDA) en condiciones ácidas en mmol/kg de aceite.

Como se puede ver en la Figura 2, la emulsión demostró una velocidad de oxidación significativamente menor que las emulsiones basadas en proteína comparativas.

**Ejemplo 3**

- 25          Las emulsiones A a I como se han definido en el Ejemplo 2 se investigaron para estabilidad oxidativa y formación de mal sabor volátil determinando la formación de propanal, uno de los productos secundarios de la oxidación de ácidos grasos omega-3 (D Djordjevic, D J McClements y E A Decker, Journal of Food Science 2004, Vol. 69 N° 5.356-362; H Lee y col. Journal of Food Science 2003, Vol. 68 N° 7 2169-2177; Augustin Mary Ann y Sanguansri, Luz. Solicitud de Patente de Estados Unidos 20030185960).

- 30          Cada emulsión (3 g) se selló en un vial de vidrio (20 ml), después la muestra se incubó a 50°C seguido de microextracción en fase sólida (SPME) usando la fibra de SPME (Supelco 75 Pm Carboxen-PDMS) durante 20 minutos. Después, la muestra se analizó usando un auto muestreador de Shimatzu AOC-5000 y cromatógrafo de gas Shimatzu GC-2010 equipado con una columna capilar fusionada Supelcowax 10 (30 m, 0,32 d.i., película de 0,5 µm) y detector de FID. El análisis se realizó al menos dos veces en cada muestra. Se determinaron las  
 35          concentraciones de propanal de áreas de pico usando una curva patrón preparada a partir de propanal auténtico.

Como se puede ver en la Figura 3, la emulsión **E** demostró una velocidad de oxidación significativamente menor que las emulsiones basadas en proteína comparativas.

**Ejemplo 4**

- 40          Las emulsiones de la invención (Tabla 1) se prepararon usando complejos proteicos de diversas concentraciones para determinar el efecto de la concentración de proteína total sobre el alcance de la oxidación de lípido.

Se prepararon las emulsiones sustancialmente como se ha descrito en el Ejemplo 1, excepto porque las soluciones de mezcla de proteína se ajustaron a pH 6,7 y se calentaron a 90°C durante 5 minutos antes de la emulsión.

**Tabla 1**

Emulsión	conc. de caseinato sódico (% en peso)	conc. de aislado de proteína de lactosuero (% en peso)	conc. proteica total (% en peso)
<b>a</b>	0,25	0,25	0,5
<b>b</b>	0,5	0,5	1,0
<b>c</b>	1,0	1,0	2,0
<b>d</b>	2,0	2,0	4,0

(continuación)

Emulsión	conc. de caseinato sódico (% en peso)	conc. de aislado de proteína de lactosuero (% en peso)	conc. proteica total (% en peso)
e	3,0	3,0	6,0
f	4,0	4,0	8,0

5 Las emulsiones se incubaron a 60°C y se ensayaron después de 16 y 39 horas. Los resultados se muestran en las Figuras 4A y 4B. La Figura 4A muestra la oxidación de lípido (valores de TBAR) y la Figura 4B muestra los valores de hidroperóxido.

La oxidación de lípido estaba disminuida significativamente en emulsiones con una concentración de proteína superior al 2%.

**Ejemplo 5**

10 La emulsión **d** como se ha definido en el Ejemplo 4 (WPI al 2% + caseinato sódico al 2%) se ensayó para estabilidad oxidativa y formación de malos olores volátiles usando análisis de propanal frente a una emulsión de la invención preparada del mismo modo pero usando WPI al 5% + caseinato sódico al 5%.

Los resultados en la Figura 5 muestran que la estabilidad oxidativa de la emulsión se mantiene incluso con una concentración de proteína total del 10%.

**Ejemplo 6**

15 Se determinaron las velocidades de oxidación de lípido de emulsiones de la invención preparadas calentando soluciones proteicas a diferentes pH. Las emulsiones se prepararon como se ha descrito en el Ejemplo 1 excepto porque el pH de la mezcla de la solución de caseinato sódico al 2% en peso y la solución de WPI al 2% en peso se ajustó en el intervalo de 6,2 a 8,0 y después se calentó a 90°C durante 5 min. Los resultados se muestran en la Figura 6A y 6B. La Figura 6A muestra los valores de oxidación de lípido (TBAR) mientras que la Figura 6B muestra los valores de hidroperóxido.

20 Los resultados de valor tanto de TBAR como de hidroperóxido muestran claramente que el pH en el calentamiento tiene un efecto considerable sobre las velocidades de oxidación de lípido de la emulsión formada. Las emulsiones más estables oxidativamente se prepararon usando soluciones proteicas que se habían calentado a pH 7,5 u 8,0.

**Ejemplo 7**

25 Las velocidades de oxidación de lípido y la formación de malos olores volátiles de emulsiones de la invención se determinaron ensayando la formación de propanal en emulsiones de la invención preparadas calentando soluciones proteicas a diferente pH.

30 Una solución de WPI al 2% y caseinato sódico al 2% se ajustó a diferentes valores de pH usando HCl o NaOH 1 M y se calentó a 90°C durante 5 min. Las muestras se en friaron a 10°C y se mezclaron con aceite de pescado y se homogeneizaron para preparar la emulsión final que contenía aceite al 30%.

La Figura 7 muestra la formación de propanal en emulsiones frescas (7A) y después del almacenamiento a 60°C durante 6 horas (7B). También se proporcionan los datos equivalentes para la Emulsión **A** como se ha definido en el Ejemplo 2.

35 De acuerdo con los resultados de hidroperóxido y TBARS proporcionados en el Ejemplo 6, este dato confirma que las emulsiones más oxidativamente estables se preparan usando soluciones proteicas que se han calentado a pH aproximadamente 7,5-8,0.

**Ejemplo 8**

40 En un experimento adicional se compararon emulsiones de la invención preparadas a partir de soluciones proteicas calentadas a dos temperaturas diferentes. Las emulsiones se prepararon ambas a partir de una solución de caseinato cálcico al 2% en peso y aislado de proteína de lactosuero al 2% en peso calentada a pH 7,5. Los resultados se muestran en la Figura 8A y la Figura 8B. La Figura 8A muestra las concentraciones de TBAR y la Figura 8B proporciona los valores de hidroperóxido.

Es evidente que la velocidad de oxidación de lípido era menor en emulsiones preparadas a partir de soluciones proteicas calentadas a 90°C en comparación con las calentadas a 75°C.

45

**Ejemplo 9**

Se aplicaron diferentes tratamientos térmicos a una emulsión de la invención y sus calidades oxidativas se evaluaron usando la formación de propanal, como se ha descrito en el Ejemplo 3. Las emulsiones se sometieron a

- 5 (a) pasteurización a 72°C durante 30 s,
- (b) tratamiento con temperatura ultra alta (UHT) a 140°C durante 4 s y
- (c) destilación en retortas (tratamiento térmico en un matraz sellado) a 120°C durante 20 min.

Las concentraciones de propanal resultantes se compararon con las de una muestra fresca. Los resultados se muestran en la Figura 9. El tratamiento térmico aumenta ligeramente las velocidades de oxidación de la emulsión, pero la formación de propanal no se compara en gran medida con la de emulsiones de aceite de pescado conocidas no tratadas. Véase, por ejemplo, la Figura 3.

**Ejemplo 10**

La emulsión **d**, como se ha descrito en el Ejemplo 4, se mezcló con solución de jarabe de maíz para formar una composición que comprende aceite de pescado al 12% y jarabe de maíz al 18%. La emulsión de mezcla se secó usando un secador por pulverización de laboratorio con una boquilla de fluido doble con una presión de atomización de 200 kPa. La temperatura de aire de entrada y salida para secado fueron 180°C y 80°C respectivamente .

El polvo seco (que contiene aceite de pescado al 40%) se reconstituyó en agua para dar una emulsión de aceite de pescado al 10%. La estabilidad oxidativa de la emulsión reconstituida se comparó con la de una emulsión fresca **d** usando análisis de propanal, como se ha descrito en el Ejemplo 3. Esto se muestra en la Figura 10.

La emulsión reconstituida no liberó significativamente más propanal que la emulsión fresca.

**Ejemplo 11**

**Desarrollo de producto de salsa para mojar de humus que contiene aceite de pescado**

La emulsión de la invención se usó para preparar salsas para mojar de humus que contienen altos niveles de ácidos grasos libres (FFA) omega 3, concretamente ácido eicosapentaenóico (EPA) y ácido docosahexaenóico (DHA). Se prepararon dos sabores de humus, "aceituna y tomate secado al sol" y "chile rojo y jalapeño", como se describe a continuación.

**Salsa para mojar de humus de aceituna y tomate secado al sol**

Ingredientes: garbanzos (59,13%), aceitunas (10%), emulsión (13,36%), zumo de limón (8,79%), tomates secados al sol (5%), Tahini (2,53%), ajo (0,84%), sal (0,06%), pimienta (0,18%), ácido cítrico (0,09%), sorbato potásico (0,02%).

**Salsa para mojar de humus de chile rojo y jalapeño**

30 Ingredientes: garbanzos (66,29%), emulsión (13,36%), zumo de limón (8,18%), chiles rojos (3%), jalapeños (2,5%), agua (2,5%), Tahini (2,83%), ajo (0,94%), sal (0,08%), pimienta (0,2%), ácido cítrico (0,1%), sorbato potásico (0,02%).

La emulsión (preparada usando el procedimiento descrito en el Ejemplo 1) se añadió a la salsa para mojar de humus a un nivel del 13,3%, igualando al aceite de pescado al 4%, siguiendo el procedimiento mostrado en la Figura 11.

35 La emulsión se pasteurizó en primer lugar, después se combinó con los demás ingredientes hasta que estuvieran homogéneos. Después de envasarse en recipientes sellados, la salsa para mojar de humus se refrigeró.

La salsa para mojar de humus se observó que era estable durante 1 mes en condiciones refrigeradas. Se realizó el análisis de composición de ácidos grasos en la salsa para mojar de humus por la Universidad de Newcastle en Australia y se observó que contenía lo siguiente:

<b>Salsa para mojar de humus de aceituna y tomate secado al sol</b>		<b>Salsa para mojar de humus de chile rojo y jalapeño</b>	
FFA	mg por 100 g	FFA	mg por 100 g
EPA	5456	EPA	530,0
DHA	595,8	DHA	585,1
EPA + DHA Total	1141,4	EPA + DHA Total	1115,1
Omega 3 Total	1395,8	Omega 3 Total	1278,9

Ambas salsas para mojar de humus contenían cantidades sustanciales de EPA y DHA aunque no tenían olores de pescado detectables.

5 Se debe señalar que la invención se puede realizar con numerosas modificaciones y variaciones y que los anteriores ejemplos son solamente a modo de ilustración. Por ejemplo la invención se puede realizar usando otras proporciones de caseína y proteína de lactosuero.

**Aplicación industrial**

Las emulsiones de la presente invención tienen utilidad en la industria alimentaria. Se pueden usar para proteger lípidos oxidables tales como ácidos grasos omega-3 de daño oxidativo.

10 Las emulsiones de la presente invención se pueden incorporar en productos alimenticios y/o cosméticos, evitando o reduciendo la oxidación del lípido oxidable, aumentando de este modo el tiempo de conservación del producto.

Los expertos en la materia entenderán que la anterior descripción se proporciona solamente a modo de ilustración y que la invención no está limitada a la misma.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado en un complejo de caseína y proteína de lactosuero.
- 5 2. Una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado en un complejo de caseína y proteína de lactosuero, en la que el complejo se forma calentando una mezcla de caseína y soluciones de proteína de lactosuero de 70°C a 100°C.
3. Una emulsión de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende de aproximadamente el 0,5 al 60% en peso del al menos un lípido oxidable.
- 10 4. Una emulsión de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende del 20 a 30% en peso del al menos un lípido oxidable.
5. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que el al menos un lípido oxidable es aceite de pescado.
6. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que el al menos un lípido oxidable es un ácido graso poliinsaturado o éster del mismo.
- 15 7. Una emulsión de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el ácido graso poliinsaturado es un ácido graso omega-3.
8. Una emulsión de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el ácido graso omega-3 es ácido docosahexaenóico o ácido eicosapentaenóico.
- 20 9. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende del 1 al 5% en peso de caseína.
10. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que comprende del 1 al 5% en peso de proteína de lactosuero.
11. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la proporción en peso de caseína a proteína de lactosuero en la emulsión es 2:1 a 1:2.
- 25 12. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la caseína es caseinato sódico.
13. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la proteína de lactosuero es aislado de proteína de lactosuero (WPI) o concentrado de proteína de lactosuero (WPC).
14. Una emulsión de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que comprende del 2 al 4% en peso de caseína y del 2 al 4% en peso de proteína de lactosuero.
- 30 15. Un procedimiento de fabricación de una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado por un complejo de caseína y proteína de lactosuero, comprendiendo el procedimiento:
  - (a) formar un complejo de caseína y proteína de lactosuero en solución acuosa, en el que la caseína y la proteína de lactosuero están unidas mediante enlaces disulfuro,
  - (b) dispersar el al menos un lípido oxidable en la solución acuosa, y
  - 35 (c) homogeneizar la mezcla formada en la etapa (b).
16. Un procedimiento de fabricación de una emulsión que comprende al menos un lípido oxidable encapsulado por un complejo de caseína y proteína de lactosuero, comprendiendo el procedimiento:
  - (a) calentar una solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero para formar un complejo proteico
  - (b) dispersar el al menos un lípido oxidable en la solución acuosa , y
  - 40 (c) homogeneizar la mezcla formada en la etapa (b).
17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la solución acuosa de caseína y proteína de lactosuero tiene un pH en el intervalo de 6 a 9.
18. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que el al menos un lípido oxidable es aceite de pescado.
- 45 19. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que el al menos un lípido oxidable es un ácido graso poliinsaturado.
20. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, en el que el ácido graso poliinsaturado es un ácido graso omega-3.

21. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20, en el que la emulsión comprende del 1 al 5% en peso de caseína.
22. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 21, en el que la emulsión comprende del 1 al 5% en peso de proteína de lactosuero.
- 5 23. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 22, en el que la proporción de caseína a proteína de lactosuero es 2:1 a 1:2.
24. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 23 en el que la caseína es caseinato sódico.
- 10 25. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 24, en el que la proteína de lactosuero es aislado de proteína de lactosuero (WPI) o concentrado de proteína de lactosuero (WPC).

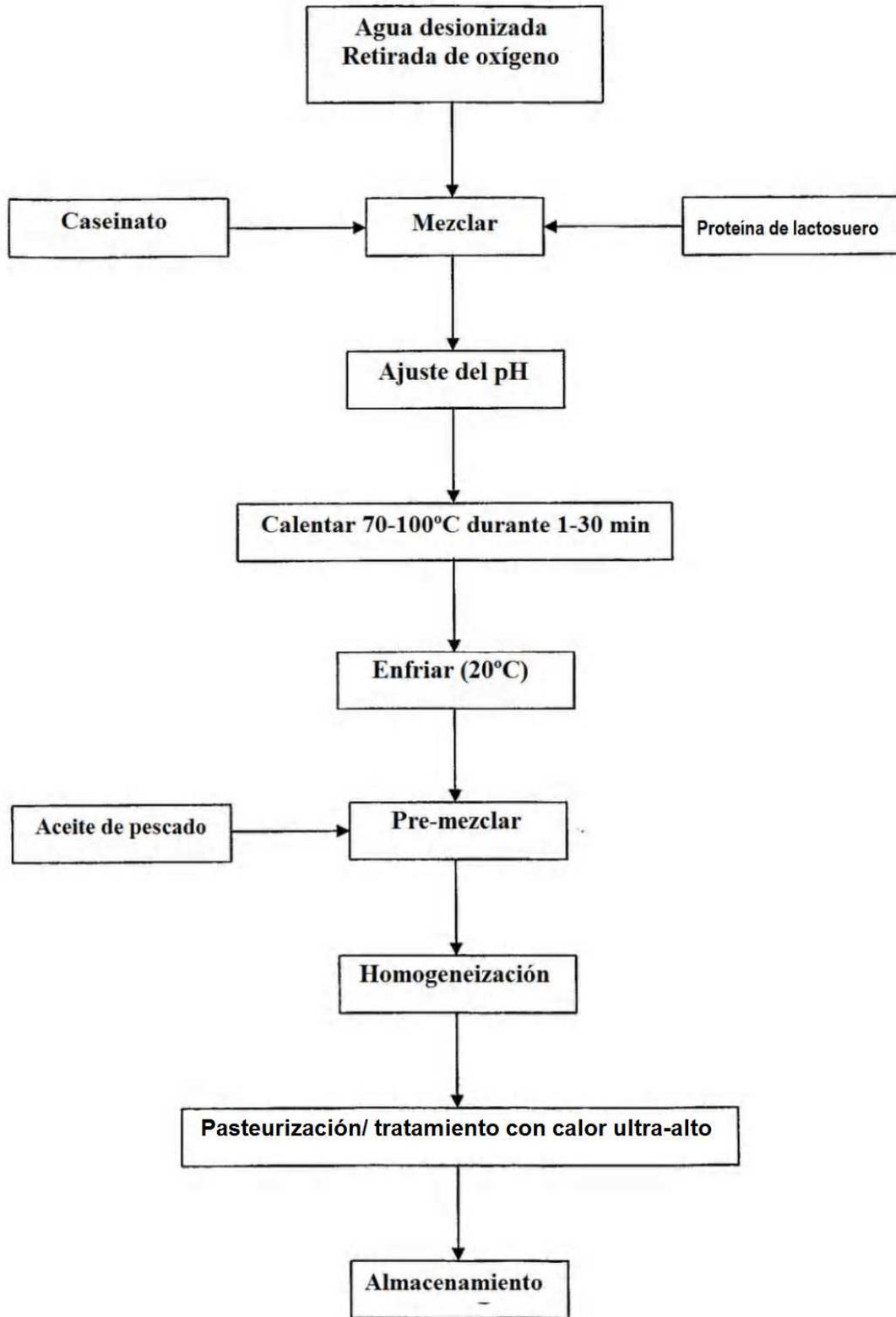


Figura 1

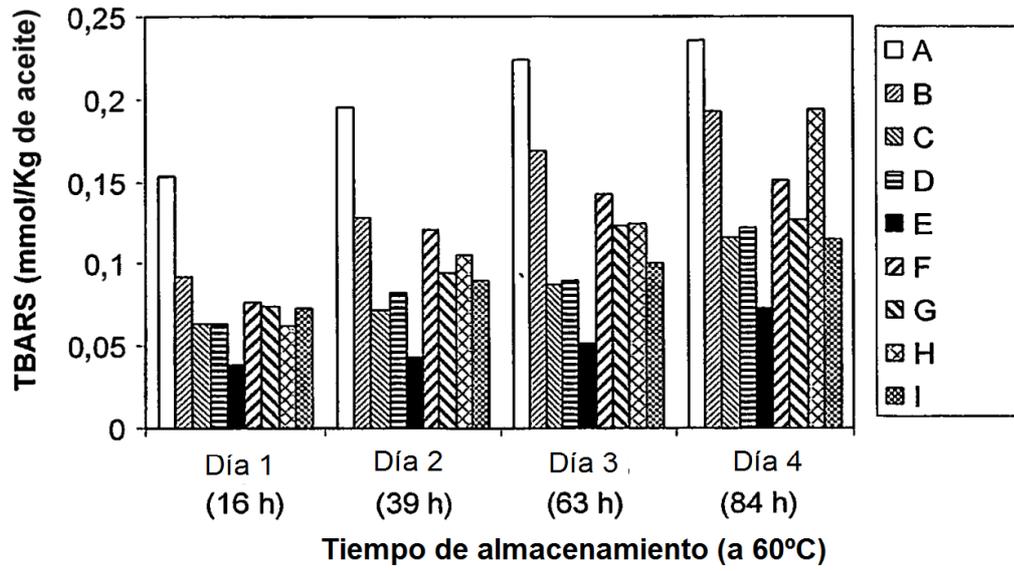


Figura 2

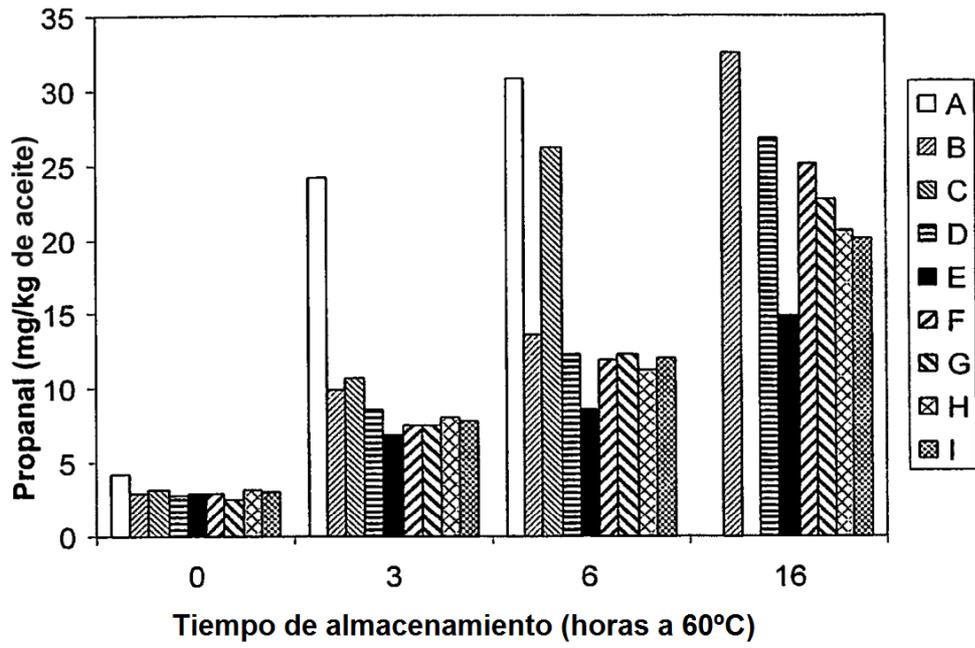


Figura 3

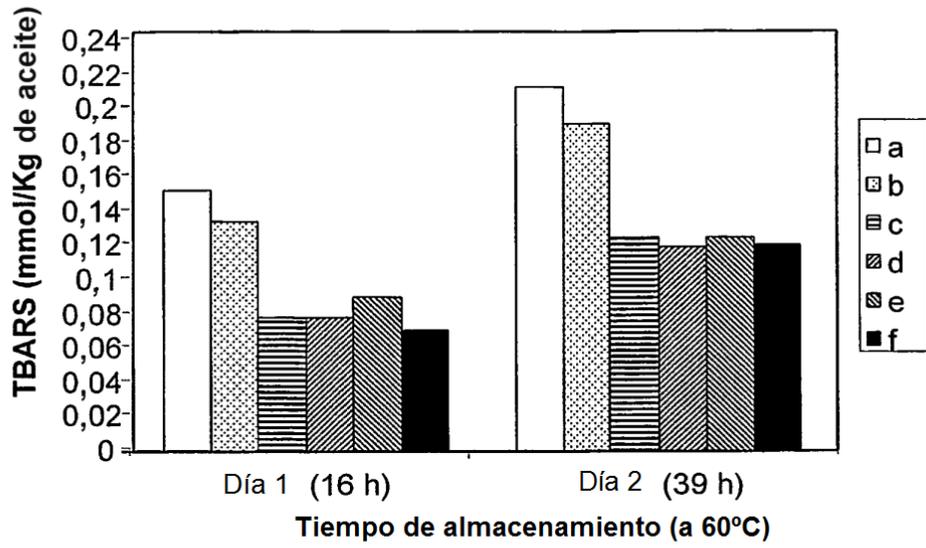


Figura 4A

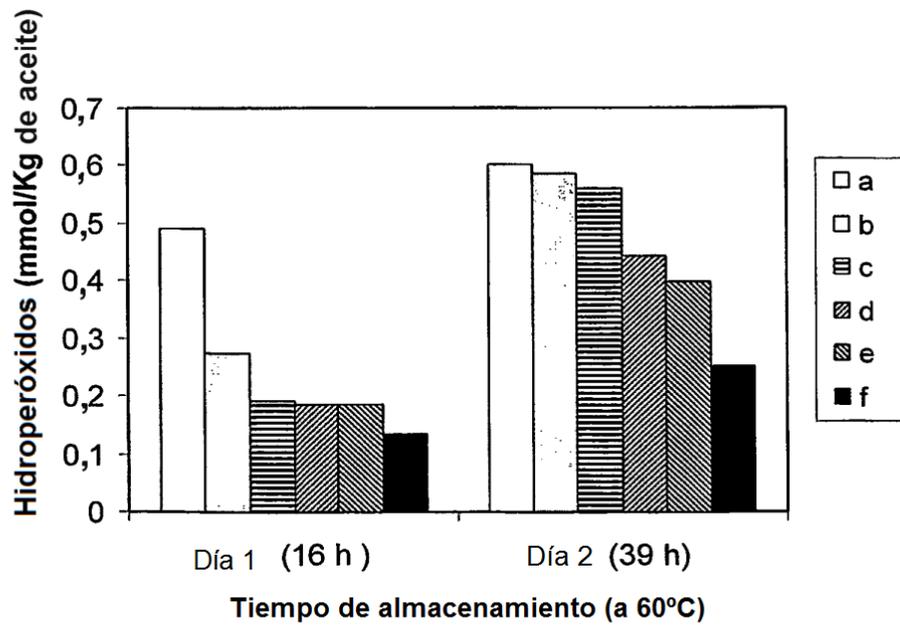


Figura 4B

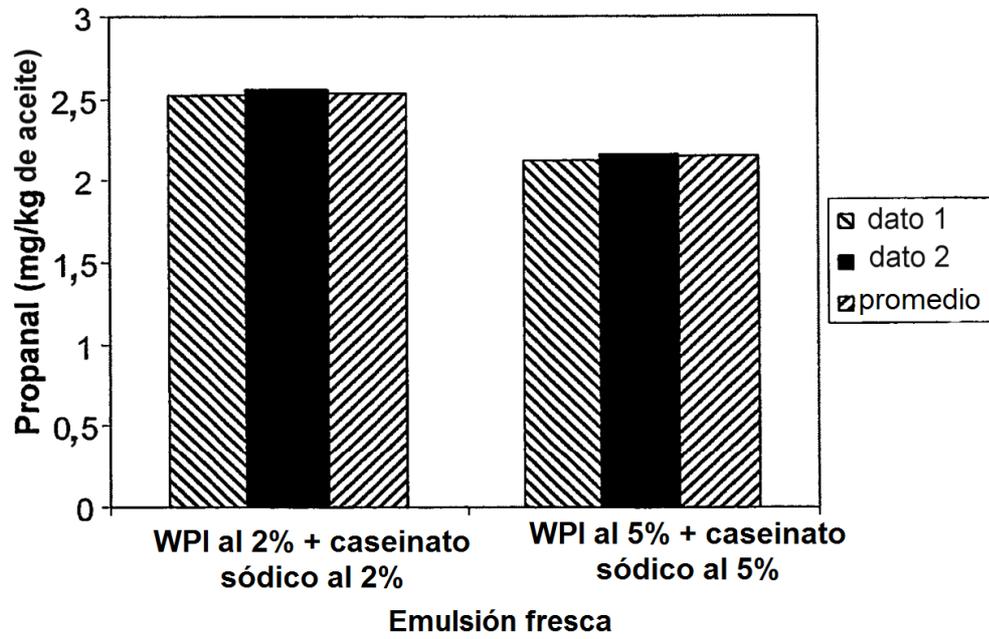


Figura 5

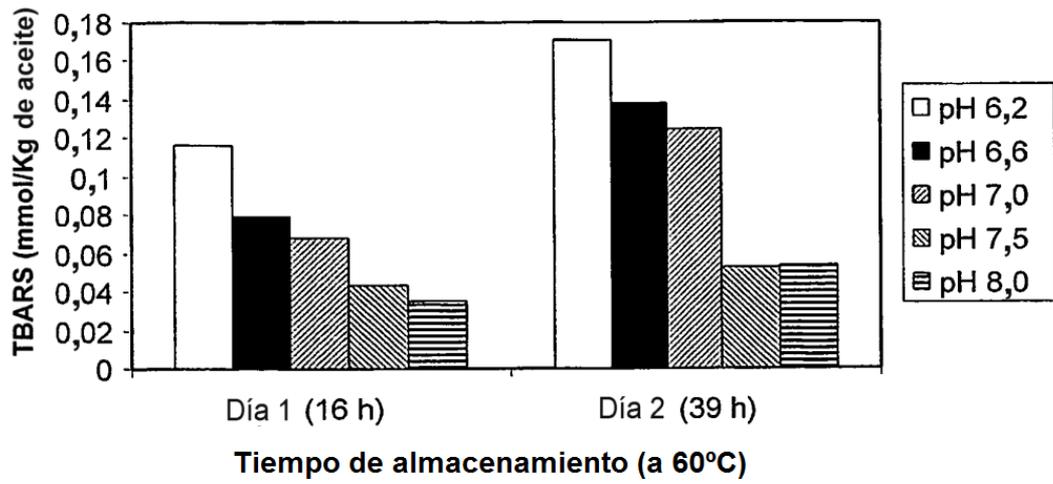


Figura 6A

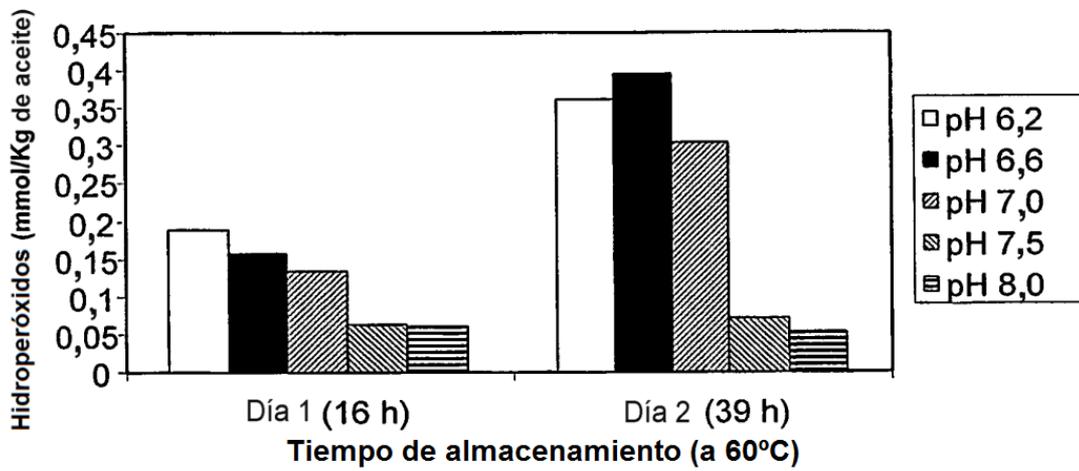


Figura 6B

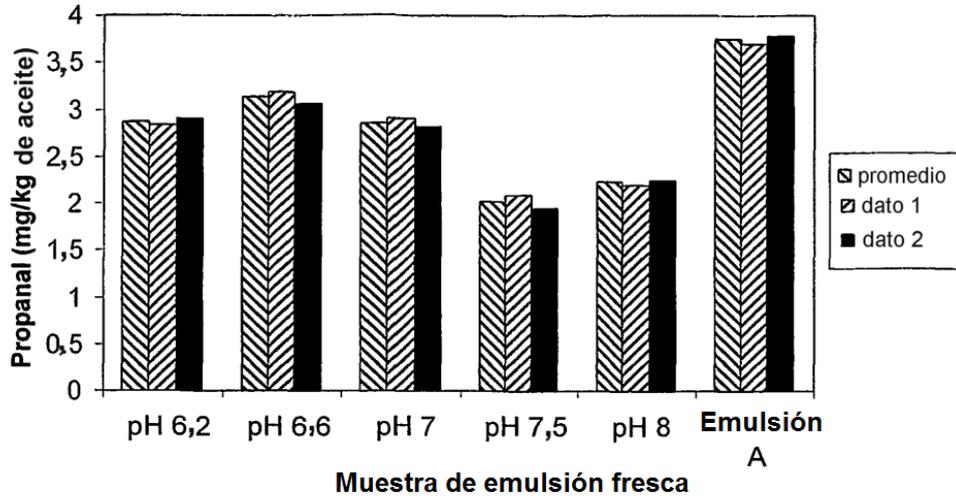


Figura 7A

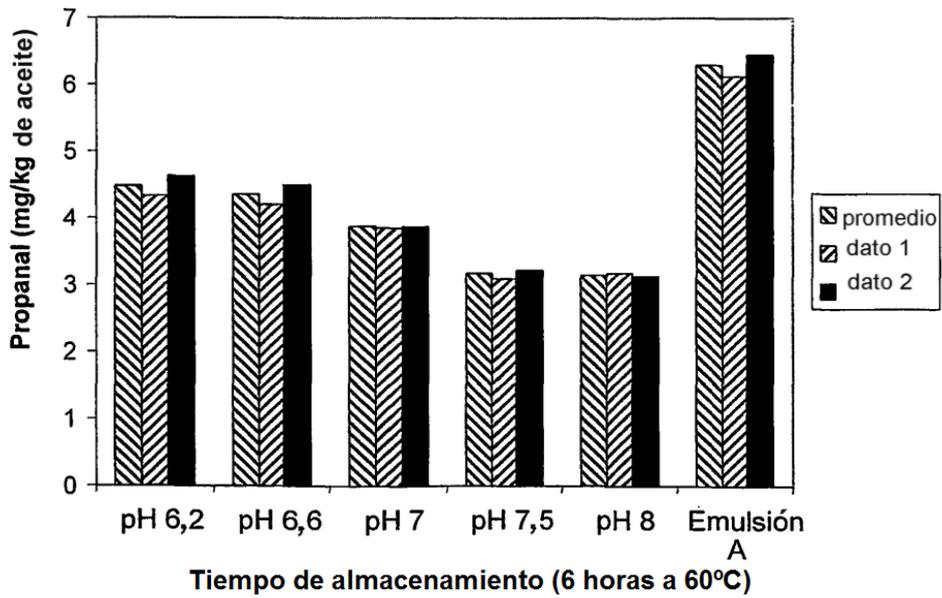


Figura 7B

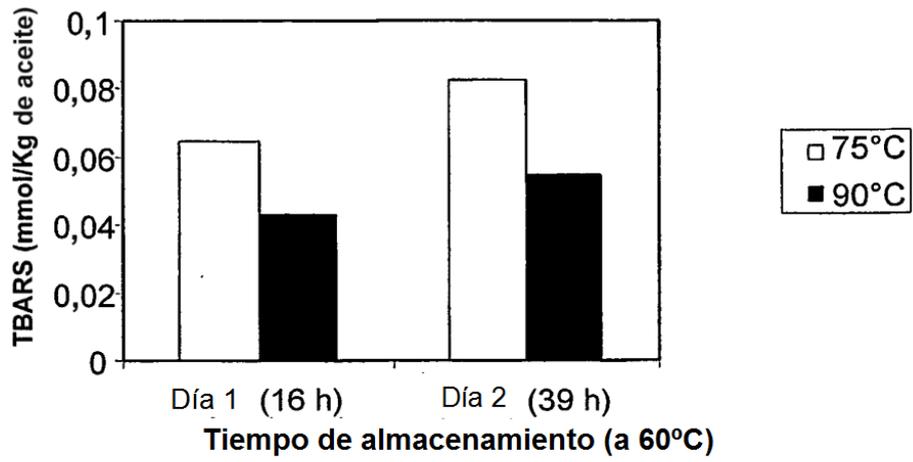


Figura 8A

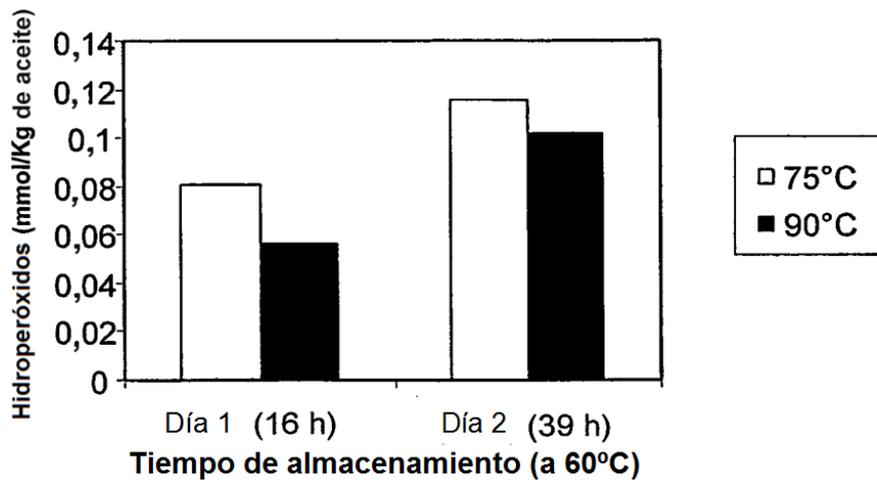


Figura 8B

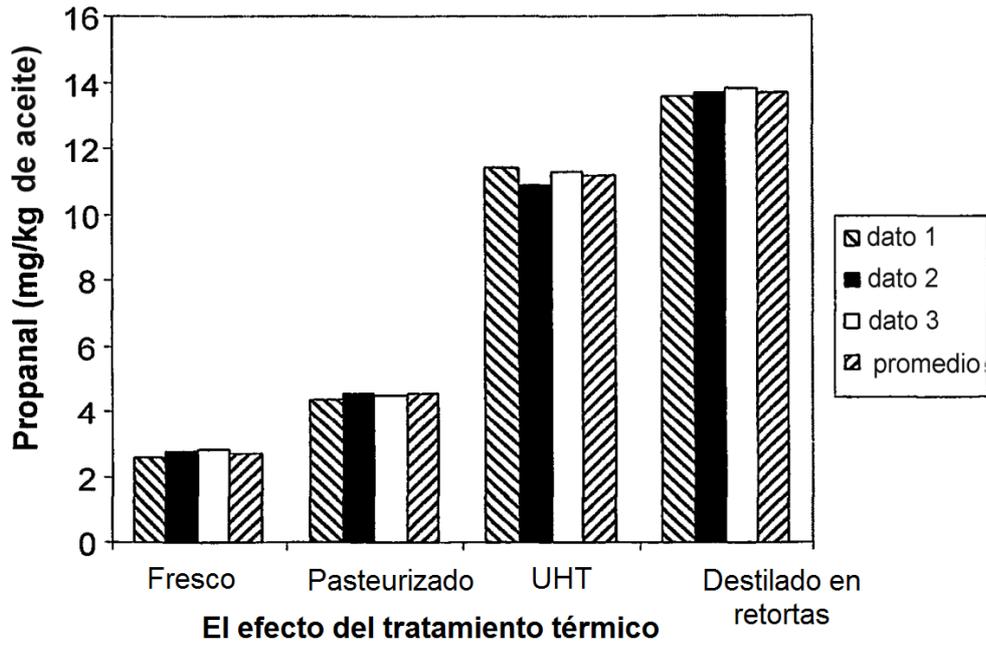


Figura 9

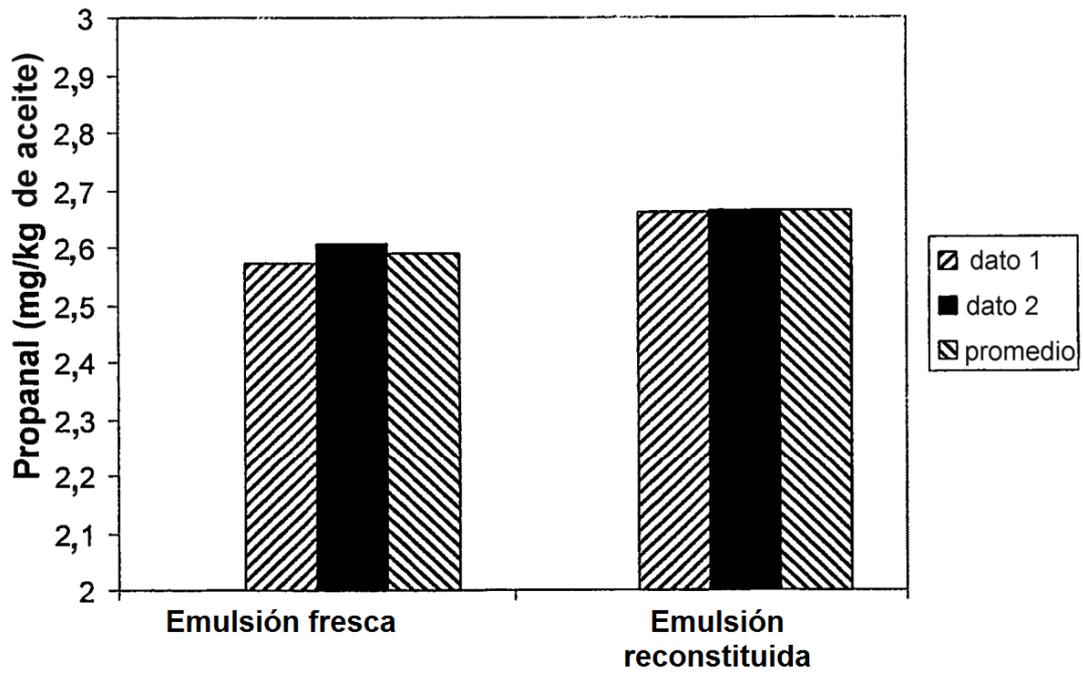
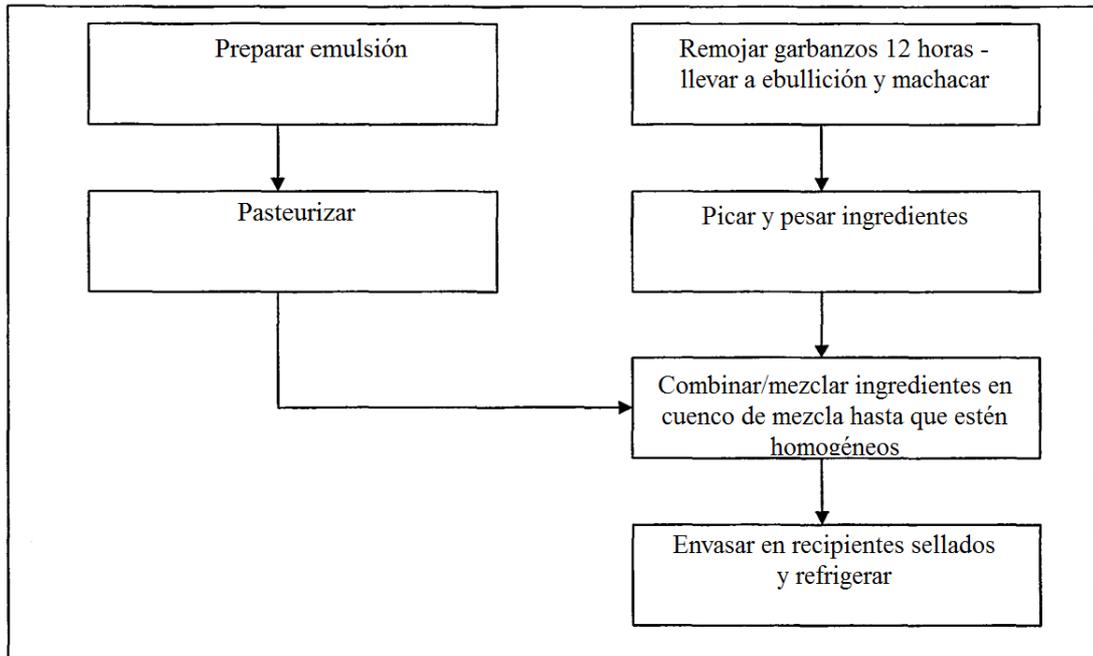


Figura 10



**Figura 11**