

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 983**

51 Int. Cl.:

**A23L 1/00** (2006.01)  
**A23G 3/52** (2006.01)  
**A21D 2/26** (2006.01)  
**A23C 9/152** (2006.01)  
**A23K 1/08** (2006.01)  
**A21D 13/00** (2006.01)  
**A23G 9/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2011 E 11193165 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2604126**

54 Título: **Productos alimenticios aireados con mejor estabilidad de la espuma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2015**

73 Titular/es:

**NESTEC S.A. (100.0%)**  
**Avenue Nestlé 55**  
**1800 Vevey, CH**

72 Inventor/es:

**JUNG, JIN-MI;**  
**SSCHMITT, CHRISTOPHE JOSEPH ETIENNE;**  
**GUNES, ZEYNEL DENIZ;**  
**GEHIN-DELVAL, CÉCILE y**  
**LIMBACH, HANS JÖRG WERNER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 538 983 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**

Productos alimenticios aireados con mejor estabilidad de la espuma

5    **Ámbito de la presente invención**

La presente invención se refiere a productos alimenticios aireados con mejor estabilidad de la espuma. Los productos de la presente invención se caracterizan por la presencia de agregados proteicos en forma de mezclas de diferentes tipos de agregados. En particular los agregados proteicos contienen fibrillas junto con otra estructura de agregados proteicos seleccionados entre los de forma vermicular, esférica o mezclas de los mismos. El uso de estas mezclas de agregados para favorecer la estabilidad de la espuma, así como un proceso para preparar dichos productos alimenticios aireados también es parte de la presente invención.

15    **Antecedentes de la presente invención**

La estabilidad contra el espesamiento, la deshidratación y la separación de fases es un problema principal para muchos productos alimenticios aireados, por ejemplo productos alimenticios aireados y congelados tales como los helados, sobre todo si se quiere evitar el empleo de emulsionantes sintéticos.

20    Como agentes para estabilizar productos alimenticios aireados se han usado proteínas, ya que pueden actuar como emulsionantes, surfactantes y/o agentes volumétricos para estabilizar emulsiones y espumas. Un problema del uso de proteínas como agentes estabilizantes es tener productos que combinen valor nutricional, suficiente estabilidad de la espuma y buena textura.

25    La modificación de las proteínas para obtener cierto nivel de agregación también se ha descrito como una manera de mejorar la funcionalidad de las proteínas en los productos espumados. Por tanto en el estado técnico previo se pueden encontrar numerosos procesos que producen distintos tipos y niveles de agregación.

30    En la patente EP 1839492 se describe, por ejemplo, la preparación de micelas de proteína de suero de leche o de aglomerados esféricos de proteína de suero de leche desnaturalizada, así como su empleo en la preparación de alimentos. El documento describe la configuración energéticamente favorable de estos agregados, que confiere una buena estabilidad a estas estructuras en un entorno hidrófilo. Sin embargo las propiedades espumantes de estos agregados son limitadas.

35    Otra forma de agregados proteicos está descrita en la patente WO 2004/049819, la cual se refiere a un método para mejorar las propiedades funcionales de proteínas globulares, que produce al menos una agregación parcial de las mismas en forma de fibrillas. También se describe el uso de tales fibrillas proteicas en la preparación de comestibles tales como productos lácteos, por ejemplo postres (aireados), yogurts, flanes, en productos de bollería o repostería tales como granizados, merengues, malvaviscos, en licores de crema o en espumantes de bebidas tales como los espumantes de capuchino. El empleo de fibrillas es descrito como agente espesante, agente espumante, agente potenciador de la viscosidad y/o agente gelificante.

40    No obstante la producción de esas fibrillas resulta cara en energía y coste, debido al largo tiempo y temperatura de calentamiento.

45    Por lo tanto sigue habiendo la necesidad de proporcionar una buena estabilidad para los productos aireados a un precio razonable y sin comprometer la calidad del producto.

50    **Objeto de la presente invención**

La presente invención propone una solución que consiste en utilizar mezclas de agregados proteicos formados por fibrillas junto con otra estructura de agregados proteicos, preferiblemente de forma vermicular y/o esférica, para mejorar la estabilidad de la espuma de los productos alimenticios aireados.

55    **Resumen de la presente invención**

En un primer aspecto la presente invención se refiere a un producto alimenticio aireado que contiene 0,5 hasta 10% en peso, preferiblemente 2 hasta 6% en peso de proteínas al menos parcialmente agregadas, de manera que las proteínas agregadas comprenden fibrillas y al menos otra forma de agregados seleccionados entre los de forma vermicular, esférica o mezclas de los mismos, donde los agregados esféricos tienen un diámetro medio de 100 nm a 900 nm y las fibrillas una sección transversal de 4-10 nm.

La presente invención se refiere asimismo al uso de mezclas de agregados proteicos que comprenden fibrillas con al menos otra forma de agregados, seleccionados entre los de forma vermicular, esférica o mezclas de los mismos, para favorecer la estabilidad de la espuma de los productos alimenticios aireados cuyos agregados esféricos tienen un diámetro medio de 100 nm a 900 nm y cuyas fibrillas una sección transversal de 4-10 nm.

También es objeto de la presente invención un proceso de elaboración de un producto alimenticio aireado que comprende las etapas de preparación de una mezcla de ingredientes y su puesta en contacto con una mezcla de agregados proteicos que comprende fibrillas asociadas con otra forma de agregados, preferiblemente de forma vermicular y/o esférica, la subsiguiente incorporación de aire a la mezcla para producir una espuma aireada con un aumento de volumen comprendido entre 20 y 600%, y por último el procesamiento opcional de dicha espuma para obtener un producto listo para comer.

También es objeto de la presente invención un proceso alternativo que comprende las etapas de preparación de una mezcla de agregados proteicos formados por fibrillas asociadas con otra forma de agregados, preferiblemente de forma vermicular y/o esférica, la aireación de dichas mezclas y su subsiguiente puesta en contacto con una mezcla de ingredientes antes de procesar opcionalmente la espuma resultante para obtener un producto listo para comer.

Descripción detallada de la presente invención

De no indicarse lo contrario, los porcentajes señalados se refieren al peso de producto final.

Ahora los solicitantes han encontrado sorprendentemente que las mezclas donde se combinan diferentes tipos de agregados proteicos y más en concreto agrupaciones de fibrillas con al menos otra forma de agregado proteico, elegido entre los de tipo vermicular y/o esférico, actúan sinérgicamente proporcionando una estabilidad excelente de la espuma a los productos aireados. La solución propuesta por la presente invención permite ventajosamente usar pequeñas cantidades de fibrillas, que son materias primas caras, y sustituirlas en parte por otros tipos de agregados sin comprometer la calidad del producto. Por tanto se ha visto que podían emplearse unas cantidades de fibrillas proteicas inferiores a las utilizadas con anterioridad y combinarlas con otros agregados proteicos para proporcionar propiedades similares o incluso mejores a los productos aireados que las contienen.

Por tanto, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un producto aireado que contiene 0,5 hasta 10% en peso, preferiblemente 2 hasta 6% en peso de proteínas al menos parcialmente agregadas, de manera que las proteínas agregadas comprenden fibrillas y al menos otra forma de agregados seleccionados entre los de forma vermicular, esférica o mezclas de los mismos, donde los agregados esféricos tienen un diámetro medio de 100 nm a 900 nm y las fibrillas una sección transversal de 4-10 nm.

En el marco de la presente invención se designan como "fibrillas" los agregados que pueden obtenerse calentando durante 30 minutos hasta 48 horas, a 60°C hasta 120°C y a un pH inferior a 2,5, una disolución de proteína que contiene 0,1 hasta 5% de proteína globular. Según una forma de ejecución particular el pH de la solución resultante de fibrillas se ajusta entre 6 y 7 después de enfriarla, a fin de facilitar su posterior procesamiento con una mezcla de ingredientes.

Las fibrillas pueden obtenerse preferiblemente calentando una solución proteica que contenga 2 hasta 4% de la proteína globular. La solución proteica se calienta preferiblemente durante 1 a 10 horas.

Por ejemplo, la solución proteica se calienta a una temperatura comprendida entre 80°C y 98°C.

En particular la solución proteica se calienta a un pH inferior a 2. El pH es preferiblemente superior a 1.

Cuando en el texto se hace referencia al pH, se refiere a un valor medido a temperatura ambiente.

Las fibrillas proteicas son agregados semiflexibles que también se pueden caracterizar por una longitud del contorno o una longitud total variable entre 500 nm y 10 micras tras el tratamiento térmico o entre 50 nm y algunas micras en el producto final, después de que las fibrillas hayan sufrido un cizallamiento y hayan quedado más cortas. Las fibrillas también se pueden caracterizar por su sección transversal, que es aproximadamente de 4-10 nm. Por otra parte la proporción de aspecto (sección longitudinal/transversal) depende de la longitud del contorno (siendo la sección transversal más o menos monodispersa). Para las fibrillas más largas puede ser mayor de 2500 y para las más cortas alrededor de 10.

En el marco de la presente invención se designan como "agregados proteicos esféricos" aquellos agregados que pueden obtenerse calentando durante 15 minutos a 85°C y a un pH de 5,8 una solución proteica que contenga 0,5 hasta 12% en peso de proteínas globulares, en ausencia de cationes divalentes tales como  $\text{Ca}^{2+}$  en la dispersión. Estos agregados están descritos por ejemplo en la patente EP 1839492. Los agregados proteicos esféricos pueden caracterizarse asimismo por su diámetro medio, el cual se puede determinar mediante microscopia electrónica de transmisión (MET). El diámetro medio de los agregados proteicos suele ser menor de 1 micra, y está comprendido preferiblemente entre 100 nm y 900 nm, con mayor preferencia entre 100 y 770 nm, sobre todo entre 200 y 400 nm.

En el marco de la presente invención se designan como "agregados proteicos vermiculares" aquellos que pueden obtenerse calentando durante 15 minutos a 85°C y a un pH de 7 una solución proteica que contenga 0,5 hasta 12% en peso de proteínas globulares, en ausencia de sal en la dispersión. Estos tipos de agregados se han descrito en

Mahmoudi y otros, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 3104-3111, cuyo contenido se incluye aquí como referencia.

Los distintos tipos de agregados descritos en la presente invención se pueden identificar y reconocer sin duda en los productos finales mediante imágenes microscópicas. Las figuras 1a), 1b) y 1c) muestran microfotografías MET de diferentes estructuras.

En el producto aireado de la presente invención al menos el 75% de la proteína añadida está preferiblemente en forma de mezclas de agregados como los definidos arriba. Según una forma de ejecución particular el producto comprende 0,1 hasta 4% en peso de agregados proteicos como los definidos arriba.

Las mezclas de agregados incluyen preferiblemente 25% de fibrillas proteicas, con mayor preferencia 50%.

Según una forma de ejecución particular el producto aireado de la presente invención comprende una mezcla de fibrillas proteicas y agregados esféricos.

Según otra forma de ejecución el producto aireado de la presente invención comprende una mezcla de fibrillas proteicas y agregados vermiculares.

Según una tercera forma de ejecución el producto aireado de la presente invención comprende una mezcla de fibrillas proteicas, agregados esféricos y agregados vermiculares.

Los agregados proteicos de los productos de la presente invención están preparados preferiblemente a partir de una proteína globular seleccionada entre las proteínas de suero de leche, de albúminas de huevo, de sangre, de soja, de trigo, de patata, de guisante, de altramuza y de colza. Con mayor preferencia los agregados proteicos están hechos a partir de beta-lactoglobulina.

Los productos alimenticios de la presente invención se caracterizan por su grado de aireación o aumento de volumen, comprendido típicamente entre 20% y 600%. El aumento de volumen se define del modo siguiente:

$$\% \text{ de aumento de volumen} = \frac{(\text{volumen de producto aireado} - \text{volumen de mezcla})}{\text{volumen de mezcla}} \times 100$$

Para cada producto alimenticio se prefieren unos intervalos determinados de aumento de volumen, que son bien conocidos de un especialista en la materia. Por ejemplo, para un producto de repostería congelado el aumento de volumen suele estar comprendido entre 20% y 250%, preferiblemente entre 50% y 150%.

Como ejemplos de productos alimenticios aireados conforme a la presente invención cabe citar los productos de repostería congelados, postres espumados, productos lácteos, productos lácteos fermentados, sopas, salsas, mayonesa y bebidas, aliños, productos lácteos líquidos, cremas, sucedáneos de crema, leches concentradas, leche condensada, cremas no lácteas, aderezos, productos lácteos refrigerados, relleno de repostería, caramelos, pastas, masas, comida para mascotas y espuma de leche.

El producto alimenticio aireado conforme a la presente invención se elige preferiblemente entre espumas lácteas exquisitas, por ejemplo postres espumados, productos de repostería congelados como los merengues y los helados, sorbetes, mantecados, yogurts helados, helados de leche, granizados, bebidas heladas, batidos de leche o postres helados.

La combinación de agregados proteicos en estas aplicaciones no solo permite obtener una buena espumación y una espuma estable, sino también, ventajosamente, optimizar el aspecto final y la textura del producto alimenticio, tal como se demuestra en los ejemplos siguientes.

En el caso particular de los productos de repostería congelados, además de las ventajas arriba mencionadas se ha encontrado que la combinación de distintos tipos de agregados proteicos también compensa la pequeña proporción de fibrillas, evitando o reduciendo el espesamiento de la microestructura de aire en los productos de repostería congelados que suele observarse tras el choque térmico y que es el causante del deterioro de la textura de dichos productos. Por tanto los productos de repostería congelados que llevan las mezclas de la presente invención tienen una buena estabilidad al choque térmico. Por estabilidad al choque térmico se entiende la capacidad que tiene un producto de mantener su microestructura, es decir de evitar el espesamiento de la microestructura de aire, cuando es sometido a varios ciclos de variación de temperatura. El solicitante ha visto que cuando se someten a un choque térmico, los productos de repostería congelados que contienen la combinación de agregados arriba descrita reducen el espesamiento en comparación con los helados que no llevan los agregados proteicos anteriormente citados y además muestran la misma ralentización de los procesos de espesamiento de la microestructura de aire que cuando se usan solo fibrillas proteicas. La ventaja de la presente invención es que una gran parte (hasta el 70%) de fibrillas

proteicas se puede reemplazar por otros agregados proteicos más económicos, manteniendo todas las demás ventajas.

5 Este efecto se puede detectar p.ej. mediante tomografía de rayos X (ref: R. Mousavi y otros, Imaging food freezing using X-ray microtomography [*Obtención de imágenes de congelación de productos alimenticios por microtomografía de rayos X*], International Journal of Food Science and Technology 2007, 42, 714-727.)

10 Según una forma de ejecución particular el producto aireado de la presente invención es una elaboración congelada de repostería que contiene 1,5 hasta 15% de extracto seco magro de leche (ESML), hasta 20% de grasa, de 5 hasta 30% de un agente edulcorante, hasta 3% de un sistema estabilizante y de 0,1 hasta 4% de agregados proteicos en forma de una mezcla proteínas con estructura de tipo bastoncillo asociadas con otra forma de agregados proteicos, preferiblemente con proteínas de configuración vermicular y/o esférica.

15 El extracto seco magro de leche utilizado en la elaboración del producto de repostería congelado de la presente invención puede ser, por ejemplo, suero dulce de leche sin grasa, en polvo o concentrado. También puede incluir leche descremada en polvo o concentrada. El ESML también puede provenir de una mezcla comercial de leche en polvo y proteínas de suero dulce modificadas.

20 El producto de la presente invención comprende preferiblemente 0,5 hasta 20% de grasa, sobre todo 6 hasta 14% de grasa. La grasa puede obtenerse de una fuente vegetal tal como p.ej. los aceites de palma, de coco, de soja, de colza, de oliva, de palmiste, el aceite de coco hidrogenado, el aceite de soja hidrogenado, la oleína de palma y sus mezclas. La grasa también se puede obtener de una fuente animal, preferiblemente mantequilla (crema) de leche y/o sus fracciones.

25 Entonces el producto lleva 5 hasta 30% de un agente edulcorante. Por "agente edulcorante" se entiende una mezcla de ingredientes que da sabor dulce al producto final. Entre los agentes edulcorantes cabe citar: sacarosa, glucosa, fructosa, azúcares naturales como los de caña, remolacha, melaza, edulcorantes nutritivos derivados de otras plantas y edulcorantes no nutritivos de gran intensidad.

30 El producto lleva un sistema estabilizante en una proporción del 0,1 al 3%, preferiblemente. Por sistema estabilizante se entiende al menos un emulsionante y/o estabilizador. Como estabilizantes son adecuados la harina de algarroba, la harina de guar, los alginatos, la carboximetilcelulosa, el xantano, el carragenato, la goma de algarroba, la gelatina y los almidones. Se puede emplear cualquier emulsionante de calidad alimentaria utilizado habitualmente en la elaboración de helados. Se prefieren los emulsionantes naturales, incluyendo por ejemplo la yema de huevo.

35 Según otra forma de ejecución el producto aireado de la presente invención es una espuma láctea exquisita, por ejemplo una mousse.

40 Según otra forma de ejecución el producto aireado de la presente invención es un producto de repostería congelado tal como un merengue o un relleno de repostería.

45 En otro aspecto la presente invención se refiere a un proceso para preparar un producto alimenticio aireado, que consiste como primera etapa en poner en contacto una mezcla de ingredientes normalmente utilizada para elaborar el producto alimenticio con una mezcla de agregados proteicos que lleva fibrillas junto con otra forma de agregados, preferiblemente de configuración vermicular y/o esférica. Después se incorpora aire a la mezcla para producir una espuma con un incremento de volumen comprendido entre 20 y 600%. Por último, opcionalmente, la espuma se procesa para proporcionar un producto alimenticio listo para comer.

50 También es un objeto de la presente invención un proceso alternativo que comprende las etapas de preparar una mezcla de agregados proteicos que comprende fibrillas junto con otra forma de agregados, preferiblemente de configuración vermicular y/o esférica, airear dichas mezclas y luego ponerlas en contacto con una mezcla de ingredientes antes de procesar opcionalmente la espuma resultante para disponer de un producto alimenticio listo para comer.

55 Por ejemplo, en el caso de un postre espumado exquisito, tal como una mousse, se puede formar una espuma acuosa calentando una mezcla de ingredientes, formada típicamente por grasa, extracto seco magro de leche, un agente edulcorante y estabilizantes con 0,5 hasta 2% de los agregados proteicos de la presente invención, a una temperatura comprendida entre 60 y 100°C, enfriando la mezcla a una temperatura comprendida entre 0 y 30°C y aireando la mezcla.

60 Cuando el producto de la presente invención es un merengue el proceso incluye la combinación y mezcla de 2 hasta 10% de la mezcla proteica, preferiblemente clara de huevo o clara de huevo en polvo, sacarosa, preferiblemente azúcar glas, al menos un monosacárido y opcionalmente cacao en polvo y sal, con suficiente agua para formar una mezcla que tenga un contenido de humedad comprendido entre 18% y 30% aproximadamente; la aireación de la mezcla hasta una densidad comprendida entre 0,20 y 0,40 kg/litro aproximadamente y la extrusión de la mezcla aireada.

65

Según una forma de ejecución particular, cuando el producto alimenticio aireado es una elaboración congelada de repostería el proceso de la presente invención consiste en mezclar 1,5 hasta 15% de extracto seco magro de leche, hasta 20% de grasa, 5 hasta 30% de un agente edulcorante y hasta 3% de un sistema estabilizante. Después la mezcla se homogeniza y se pasteuriza. En una tercera etapa se añade a la mezcla 0,1 hasta 4%, preferiblemente 0,1 hasta 1,5% de una combinación de agregados proteicos en forma de bastoncillos con agregados de otra forma y luego la mezcla se congela mientras se airea.

Según otra forma de ejecución la mezcla agregada se añade a la mezcla inicial antes de la homogenización y de la pasteurización.

La homogenización y la pasteurización se pueden efectuar en cualquier orden según las condiciones conocidas por una persona experta en la materia. Por ejemplo, la pasteurización se lleva a cabo entre 80 y 90°C aproximadamente durante 10 a 60 s. Después la mezcla se puede enfriar hasta 2 a 8°C aproximadamente por métodos conocidos y se madura.

Según una forma de ejecución la mezcla se congela luego a -3° hasta -10°C, agitando e inyectando gas para producir un aumento de volumen del orden de 20 hasta 150% por ejemplo. Después la mezcla resultante se puede seguir enfriando por extrusión a una temperatura inferior a -11°C en una extrusora de husillo sencillo o doble y se puede endurecer congelándola a -20 hasta -40°C aproximadamente.

Según otra forma de ejecución la mezcla se congela en reposo, lo cual significa someter un producto a temperaturas negativas en un congelador doméstico o en un túnel de endurecimiento en la fábrica o en otros dispositivos donde el producto se mantiene estadísticamente a temperaturas comprendidas p.ej. entre -12° y -24°C, aproximadamente, sin ninguna agitación o intervención.

Según una forma de ejecución específica el proceso de la presente invención incluye el envasado aséptico de la mezcla no congelada que contiene la mezcla agregada, a fin de permitir luego la congelación en reposo, p.ej. por parte de un consumidor en un refrigerador doméstico.

Los agregados proteicos utilizados en el proceso de la presente invención son los definidos aquí y anteriormente.

#### Figuras

La presente invención se describe a continuación haciendo referencia a algunas formas de ejecución mostradas en las figuras adjuntas, donde:

Figura 1: muestra microfotografías MET de agregados de beta-lactoglobulina obtenidos por tratamiento térmico a diferentes valores de pH e incorporación de fibrillas proteicas (a), agregados esféricos (b) y agregados de forma vermicular (c) (tinción negativa) respectivamente.

Figura 2: representa la espumación y la estabilidad de la espuma a lo largo del tiempo de una solución acuosa que contiene una mezcla de fibrillas de beta-lactoglobulina con agregados esféricos de beta-lactoglobulina, en comparación con los agregados tomados por separado.

Figura 3: representa la espumación y la estabilidad de la espuma a lo largo del tiempo de una solución acuosa que contiene una mezcla de fibrillas de beta-lactoglobulina con agregados vermiculares de beta-lactoglobulina, en comparación con los agregados tomados por separado.

Figura 4: representa la espumación y la estabilidad de la espuma a lo largo del tiempo de una solución acuosa que contiene una mezcla de fibrillas de beta-lactoglobulina con agregados esféricos de beta-lactoglobulina y agregados vermiculares de beta-lactoglobulina, en comparación con los agregados tomados por separado.

Figura 5: representa las distribuciones acumuladas en un helado de, respectivamente, un control, un producto que comprende fibrillas proteicas y un producto que comprende una mezcla de fibrillas proteicas con agregados esféricos y agregados vermiculares, tras dos ciclos de choque térmico.

La presente invención se ilustra seguidamente mediante los siguientes ejemplos no limitativos.

#### Ejemplos

##### Ejemplo 1: preparación agregados proteicos

Se prepararon tres agregados de estructuras y tamaños diferentes según tres procesos distintos realizados de modo independiente entre sí, conforme al siguiente procedimiento:

- Se mezcló a temperatura ambiente un aislado de  $\beta$ -Lactoglobulina (Daviisco Foods International, Inc., Le Sueur, MN, USA) y agua desmineralizada y el pH se ajustó respectivamente a 2,0 (fibrillas), 5,8 (agregados esféricos) y 7,0 (agregados vermiculares). La solución contenía 4% en peso de aislado de  $\beta$ -Lactoglobulina (equivalente a 3,46% en peso de  $\beta$ -Lactoglobulina).

- La solución se calentó rápidamente con agitación suave a  $T = 90^{\circ}\text{C}$  (fibrillas),  $85^{\circ}\text{C}$  (agregados esféricos) y  $85^{\circ}\text{C}$  (agregados vermiculares) respectivamente y se mantuvo a esta temperatura durante 5 horas (fibrillas), 15 min (agregados esféricos) y 15 min (agregados vermiculares) respectivamente.
- La solución se enfrió rápidamente y luego se conservó a  $T = 4^{\circ}\text{C}$ . Se tomaron muestras para comprobar el estado de agregación por microscopia electrónica de transmisión, tal como ilustra la figura 1, la cual presenta microfotografías MET de agregados de beta-lactoglobulina obtenidos mediante el tratamiento térmico (tinción negativa).\*

\* Microscopia electrónica de transmisión (MET)

Se vertió una gota de la disolución diluida (a una concentración final del 1-0,1% en peso) sobre un film soporte de carbono colocado encima de una rejilla de cobre. Al cabo de 30 segundos se eliminó el exceso de solución con un papel de filtro. El contraste a los electrones se consiguió por tinción negativa añadiendo una gotita de solución de ácido fosfotúngstico al 1% (PTA, pH 7, Sigma-Aldrich, Suiza) a la rejilla, 15 segundos después de depositar la solución de agregados de  $\beta$ -lactoglobulina. Cualquier exceso de agente de tinción se eliminó con un papel de filtro. Las microfotografías electrónicas se obtuvieron mediante una cámara CCD, utilizando un microscopio electrónico de transmisión Philips CM100 Biotwin a 80 kV.

La figura 1 representa las microfotografías MET de los 3 tipos de agregados preparados.

Todos los agregados mencionados en los siguientes ejemplos se prepararon según el ejemplo 1.

Ejemplo 2: capacidad de espumación y estabilidad de la espuma de mezclas de agregados (no según la presente invención)

Método: dispositivo Foamsan (Teclis, Longessaigne, Francia) (inyección de aire); se estudió la capacidad de espumación y la estabilidad volumétrica de la espuma de diferentes soluciones acuosas de agregados espumadas con nitrógeno hasta un aumento de volumen del 500% aproximadamente. Se formó una espuma de  $120\text{ cm}^3$  a partir de un volumen inicial de líquido de 20 ml, a temperatura ambiente, usando una frita con una porosidad de 4 y una tasa de inyección del 80%.

La figura 2 muestra la estabilidad de la espuma obtenida con mezclas de fibrillas y agregados esféricos, comparada con la de los agregados utilizados por separado. El contenido total de proteína fue el mismo, es decir hasta 0,1%.

Así como los agregados esféricos no espumaron en absoluto por sí solos, las otras muestras sí lo hicieron. Mirando solamente los agregados las fibrillas proteicas dieron los mejores resultados, pero su estabilidad disminuye en gran medida cuando su nivel de empleo se reduce al 50%. Al sustituir esta parte de las fibrillas por agregados esféricos se restablece inesperadamente la estabilidad. La mezcla de fibrillas y agregados esféricos proporcionó a la espuma la mejor estabilidad a lo largo del tiempo. Como este resultado es superior o al menos equivalente al resultado combinado de los agregados esféricos por un lado y de las fibrillas por el otro, se puede concluir que hay sinergia.

La figura 3 muestra la estabilidad de la espuma obtenida con mezclas de fibrillas y agregados vermiculares, en comparación con la de los agregados utilizados por separado. El contenido total de proteína fue el mismo, es decir hasta 0,1%.

De estas mezclas se pueden sacar conclusiones similares. En particular la mezcla de 0,05% de fibrillas y 0,05% de agregados vermiculares dio una estabilidad de la espuma a lo largo del tiempo comparable a la obtenida con 0,1% de fibrillas.

La figura 4 muestra la estabilidad de la espuma obtenida con mezclas de fibrillas junto con agregados vermiculares y agregados esféricos en la siguiente relación (1:0,5:0,5), comparada con una mezcla de agregados vermiculares y agregados esféricos por un lado y fibrillas por el otro. El contenido total de proteína se mantuvo igual.

Todas las mezclas espumaron. La mezcla de fibrillas con agregados esféricos y vermiculares dio la mejor estabilidad de la espuma a lo largo del tiempo.

Ejemplo 3: mousses de chocolate

Se utilizaron las siguientes recetas para preparar mousses de chocolate:

Control

	peso	Contenido de proteína	Contenido de proteína por 100 g de mousse
Chocolate	100 g	5%	2 g
3 yemas de huevo	50 g	16%	3,2 g
3 claras de huevo	100 g	10%	9,2 g

El chocolate se fundió a 50°C antes de mezclarlo con yema de huevo. La clara de huevo se espumó utilizando un mezclador Hobart (velocidad 3, 1 minuto 20 segundos). La espuma se incorporó con suavidad a la mezcla de chocolate. La mezcla se pone luego a 4°C para enfriarla.

5

#### Ejemplos

	peso	Contenido de proteína	Contenido de proteína por 100 g de mousse
Chocolate	100 g	5%	2 g
3 yemas de huevo	50 g	16%	3,2 g
Solución de agregados proteicos	100 g	4%	1,6 g

El chocolate se fundió a 50°C antes de mezclarlo con yema de huevo. Se espumó una suspensión de agregados proteicos usando un mezclador Hobart (velocidad 3, 1 minuto 20 segundos). La espuma se incorporó con suavidad a la mezcla de chocolate. La mezcla se pone luego a 4°C para enfriarla.

10

#### Muestras ensayadas

	Fibrillas	Esféricos	Vermiculares
Ref 3a	4%	-	-
Ref 3b	-	-	4%
Ref 3c	-	4%	-
3d	2%	2%	-
3e	2%	1%	1%
3f	1%	2%	1%

15

La textura de las mousses se evaluó visualmente y con una cuchara. La Ref 3a) fue la más compacta y de aspecto más seco. La Ref 3b) fue un poco más ligera y la Ref 3c) fue demasiado líquida. En todas las muestras ilustrativas de la presente invención se observó una mejora de la textura, globalmente más agradable y de forma bonita con la cuchara.

20

#### Ejemplo 4: merengue

Control:

50 g de clara de huevo, 50 g de azúcar

25

Se pesó clara de huevo (50 g) y 20 g de azúcar en un cuenco de un mezclador Hobart, luego se batió a velocidad 2 durante 2 minutos y se añadieron 20 g de azúcar, aireando (velocidad 2, 2 min). Los últimos 10 g de azúcar se añadieron aireando 10 segundos más.

30

Se llenó una manga pastelera (tamaño de la punta 18) y se formaron rosetones (estrellas) sobre una bandeja de horno, que luego se puso inmediatamente en un horno precalentado a 120°C y se coció durante 2 horas.

Los merengues se enfriaron a temperatura ambiente y se guardaron en un lugar seco.

35

	Varillas	Esféricos	Vermiculares	Aumento de volumen
Ref 4a	4%	-	-	590
Ref 4b	-	4%	-	196
Ref 4c	-	-	4%	73
4d	2%	2%	-	602
4e	2%	-	2%	433
4f	2%	1,5%	0,5%	565

Ninguna de las muestras de referencia (uso de una sola forma de agregados) dio resultados satisfactorios. Aunque la Ref 4a) tuvo un aumento de volumen suficiente, el producto tenía un color muy oscuro inaceptable. Por otra parte no se obtuvo un aumento de volumen satisfactorio con las referencias 4b y 4c. Todas las muestras conforme a la presente invención mejoraron respecto a las referencias. Todas ellas tuvieron un aumento de volumen satisfactorio con un bonito aspecto y color.

40

#### Ejemplo 5: helado

Para este ejemplo se han elaborado tres helados diferentes. El primer helado, llamado de "control", está basado en un helado comercial corriente que contiene proteína de suero de leche. Para el segundo helado "fibrillas proteicas" las proteínas naturales de suero de leche se han reemplazado por fibrillas proteicas. El tercer helado "mezcla de

45



agregados" corresponde a la presente invención y lleva una mezcla de tres tipos de agregados: fibrillas proteicas, agregados vermiculares y agregados esféricos.

#### Preparación

Se prepararon cinco mezclas separadas para producir los tres helados con los ingredientes enumerados en las tablas siguientes:

#### Recetas:

##### • Mezcla 1:

Ingrediente	Masa [kg]
Agua	61,14
Jarabe de glucosa desecado (DE40)	9,50
Sacarosa	9,00
Sucedáneo de proteína de suero de leche (15% de proteínas)	8,90
Grasa de coco	7,30
Leche descremada en polvo	2,20
Dextrosa monohidrato	1,50
Emulsionante / estabilizante	0,46

##### • Mezcla 2:

Ingrediente	Masa [kg]
Agua	32,00
Jarabe de glucosa desecado (DE40)	11,00
Sacarosa	9,00
Lactosa	5,34
Grasa de coco	7,30
Leche descremada en polvo	2,20
Dextrosa monohidrato	1,50
Emulsionante / estabilizante	0,46

##### • Mezcla 3:

Ingrediente	Masa [kg]
Agua	30,00
Proteínas de suero de leche no agregadas	0,30
Fibrillas proteicas	0,90

##### • Mezcla 4:

Idéntica a la mezcla 2

##### • Mezcla 5:

Ingrediente	Masa [kg]
Agua	30,00
Proteínas de suero de leche no agregadas	0,20
Fibrillas proteicas	0,30
Agregados vermiculares	0,34
Agregados esféricos	0,36

##### • Mezclas de helado completas:

El helado "control" está preparado a partir de la mezcla 1. El helado "fibrillas proteicas" a partir de las mezclas 2 y 3 y el helado "mezcla de agregados" a partir de las mezclas 4 y 5.

##### • Concentraciones finales de proteína y agregados proteicos:

El principal contenido de proteína en los helados proviene del sucedáneo de proteína de suero de leche, de la leche descremada en polvo y de las distintas soluciones de agregados proteicos (algún contenido menor de proteína no láctea, inferior al 0,02% en peso, procede del uso de estabilizantes). La tabla siguiente muestra el contenido de proteínas existente en las distintas formas de los tres helados. Todas las cantidades están expresadas en tanto por ciento en peso.

Muestra	Proteína total	Suero de leche total	Fibrillas proteicas	Agregados vermiculares	Agregados esféricos
Control	2,14	1,55	0,00	0,00	0,00
Fibrillas proteicas	1,92	1,33	0,90	0,00	0,00
Mezcla de agregados	1,92	1,33	0,30	0,34	0,36

#### Preparación de las mezclas de helado

- 5 • Todos los ingredientes de las mezclas 1, 2 y 4 se mezclaron con agua a  $T = 60^{\circ}\text{C}$ .
- Las mezclas 1, 2 y 4 se mantuvieron a  $T = 60^{\circ}\text{C}$  y todos los ingredientes se dejaron hidratar durante 2 horas.
- Las mezclas 1, 2 y 4 se pasaron a través de una línea de pasteurización / homogenización. La pasteurización se efectuó a  $86^{\circ}\text{C}$  durante 30 segundos. La homogenización se llevó a cabo en un homogeneizador de alta presión (APV, tipo: APV-mix) en dos fases, a 140 y 40 bar respectivamente.
- 10 • Luego las mezclas se conservaron a  $T = 4^{\circ}\text{C}$  durante 12 hasta 20 horas para su maduración.
- Para el helado “fibrillas proteicas” se combinaron las mezclas 2 y 3 con poca agitación, antes de elaborarlo.
- Para el helado “mezcla de agregados” se combinaron las mezclas 4 y 5 con poca agitación, antes de elaborarlo.

#### Producción de los helados

- 15 • Los tres helados se elaboraron en un refrigerador Hoyer (Technohoy MF 50). La temperatura de salida se ajustó a  $-5^{\circ}\text{C}$ , la contrapresión a 1,5 bar y la velocidad de la batidora a 500 rpm.
- El helado se envasó en vasos de plástico de 120 ml.

#### 20 Ensayo de estabilidad al choque térmico

La microestructura de aire de los helados se ha investigado por tomografía de rayos X (Scanco medical  $\mu\text{CT}$  35 operado en un recinto frío a  $T = -16^{\circ}\text{C}$ ) antes y después del choque térmico. Se aplicaron dos ciclos de un protocolo de choque térmico de 72 horas.

- 25 Las muestras de helado se escanearon mediante un aparato de tomografía computarizada de sobremesa, de alta resolución, diseñado por encargo (Scanco  $\mu\text{CT}$  35, Scanco Medical AG, Brütisellen, Suiza). Las muestras de helado se conservaron a  $-25^{\circ}\text{C}$  durante 1,5 horas de tiempo de medición. Se usó un vóxel y una resolución de instrumento de 4,5 micrómetros (función de transferencia modulada al 10%). Las imágenes 3D reconstruidas de los sinogramas usaron una retroproyección filtrada Shepp & Logan extendida a una geometría de rayo cónico.

- El método usado para cuantificar la microestructura de aire consistió en 1) aplicar un filtro difusor anisótropo a los datos primarios (ref: P. Perona and J. Malik, Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion [*Detección de escala-espacio y bordes mediante difusión anisotrópica*], IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 12(7):629-639, Julio 1990); 2) segmentar los datos resultantes, utilizando como umbral los mínimos locales del histograma de niveles grises de vóxel; 3) calcular la distribución de la densidad de la microestructura de aire resultante (es decir, del poro) en 3D mediante el algoritmo propuesto por Hildebrand y Rueggsegger (1997) (ref: Hildebrand, T. & Rueggsegger, P., A new method for the model-independent assessment of thickness in three-dimensional images [*Nuevo método para la valoración de la densidad, independiente del modelo, en imágenes tridimensionales*], Journal of Microscopy, 1997, 185, 67-75).

- La frecuencia volumétrica acumulada (también denominada a menudo distribución de tamaño acumulada en base a la distribución de tamaño volumétrico) de los tres helados se representa en la figura 5. Para comparar la estabilidad de los tres helados al choque térmico utilizamos el  $D_{50}$ , lo cual significa que el 50% de la microestructura de aire basada en el volumen tiene una dimensión inferior al  $D_{50}$ . Se puede ver claramente que el  $D_{50}$  de los dos helados que llevan agregados proteicos, es decir “fibrillas proteicas” y “mezcla de agregados”, es significativamente inferior al  $D_{50}$  del helado de “control”. Los dos helados que llevan agregados proteicos tienen un  $D_{50} = 0,05$  mm, mientras que el helado de control presenta un  $D_{50} = 0,08$  mm. Esto demuestra que los helados que contienen fibrillas proteicas tienen una estabilidad al choque térmico significativamente superior. Además los resultados demuestran que en un helado se puede reemplazar una gran fracción - hasta del 70% - de fibrillas proteicas por otros tipos de agregados proteicos económicamente más atractivos y seguir obteniendo una mejora similar de la estabilidad al choque térmico en comparación con un helado de control.

- Las pruebas sensoriales han demostrado que la sustitución de proteínas no agregadas por proteínas agregadas, al menos en parte, que comprenden fibrillas y al menos otra forma de agregados proteicos elegidos preferiblemente entre agregados vermiculares, agregados esféricos y mezclas de los mismos, es factible sin que haya un impacto importante en las propiedades sensoriales del helado.

## REIVINDICACIONES

1. Un producto alimenticio aireado que comprende entre 0,5 y 10% en peso, preferiblemente entre 2 y 6% en peso de proteínas agregadas, al menos parcialmente, en que los agregados proteicos incluyen fibrillas y al menos otra forma de agregados proteicos seleccionados entre agregados vermiculares, agregados esféricos y mezclas de los mismos, donde los agregados esféricos tienen un diámetro medio comprendido entre 100 nm y 900 nm y las fibrillas una sección transversal de 4-10 nm.
2. Un producto alimenticio aireado según la reivindicación 1, que comprende 0,1 hasta 4% en peso de mezclas de fibrillas proteicas con agregados vermiculares y/o esféricos.
3. Un producto alimenticio aireado según la reivindicación 1 o 2, en que los agregados proteicos comprende mezclas de fibrillas y agregados esféricos.
4. Un producto alimenticio aireado según la reivindicación 1 o 2, en que los agregados proteicos comprende mezclas de fibrillas y agregados vermiculares.
5. Un producto alimenticio aireado según la reivindicación 1 o 2, en que los agregados proteicos comprende mezclas de fibrillas, agregados esféricos y agregados vermiculares.
6. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 5, en que los agregados proteicos comprenden al menos un 30% en peso de fibrillas.
7. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 6, en que los agregados proteicos están preparados a partir de una proteína globular elegida entre las proteínas de suero de leche, de albúminas de huevo, de sangre, de soja, de trigo, de patata, de guisante, de altramuiz y de colza.
8. Un producto alimenticio aireado según la reivindicación 7, en que los agregados proteicos están preparados a partir de beta-lactoglobulina.
9. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 8, en que las fibrillas pueden obtenerse calentando una solución proteica que contenga 0,1 hasta 5% de proteína globular durante 30 minutos hasta 48 horas, a 60 hasta 120°C y a un pH inferior a 2,5.
10. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 3 y 5 a 8, en que los agregados esféricos se pueden obtener calentando una solución proteica que contenga 0,5 hasta 12% de proteínas globulares durante 1 minuto hasta 2 horas, a 70 hasta 98°C y a un pH comprendido entre 5,8 y 6,2.
11. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1,2 y 4 a 8, en que los agregados vermiculares se pueden obtener calentando una solución proteica que contenga 0,5 hasta 12% de proteínas globulares durante 1 minuto hasta 2 horas, a 70 hasta 98°C y a un pH de 6,6 a 7,5, preferiblemente 7.
12. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 11, con un incremento de volumen comprendido entre 20% y 600%.
13. Un producto alimenticio aireado según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque se elige del grupo constituido por espumas lácteas exquisitas, productos de repostería aireados y productos de repostería congelados.
14. Uso de mezclas de agregados proteicos que contienen fibrillas y al menos otra forma de agregados proteicos seleccionados entre agregados vermiculares, agregados esféricos y mezclas de los mismos, a fin de aumentar la estabilidad de la espuma de un producto alimenticio aireado, donde los agregados esféricos tienen un diámetro medio comprendido entre 100 nm y 900 nm y las fibrillas una sección transversal de 4-10 nm.
15. Un proceso de elaboración de un producto alimenticio aireado, como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende las etapas de:
  - a) preparar una mezcla de ingredientes adecuada para la elaboración del producto alimenticio,
  - b) poner en contacto la mezcla de ingredientes con una mezcla de agregados proteicos que contenga fibrillas y al menos otra forma de agregados proteicos elegidos preferiblemente entre agregados vermiculares, agregados esféricos y mezclas de los mismos,
  - c) incorporar aire a la mezcla para producir una espuma con un aumento de volumen comprendido entre 20 y 600%,
  - d) procesar opcionalmente la espuma para proporcionar un producto alimenticio listo para comer.

Figura 1a)

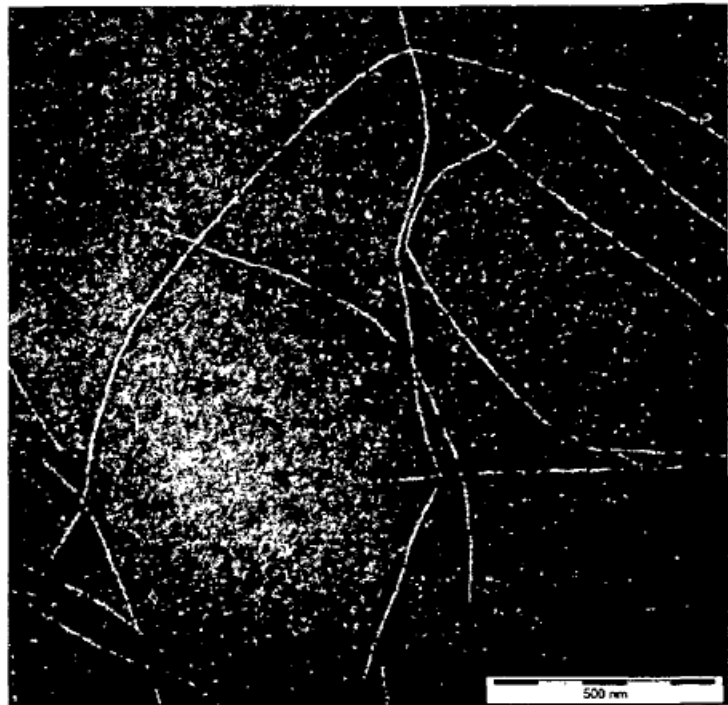


Figura 1b)



Figura 1c)

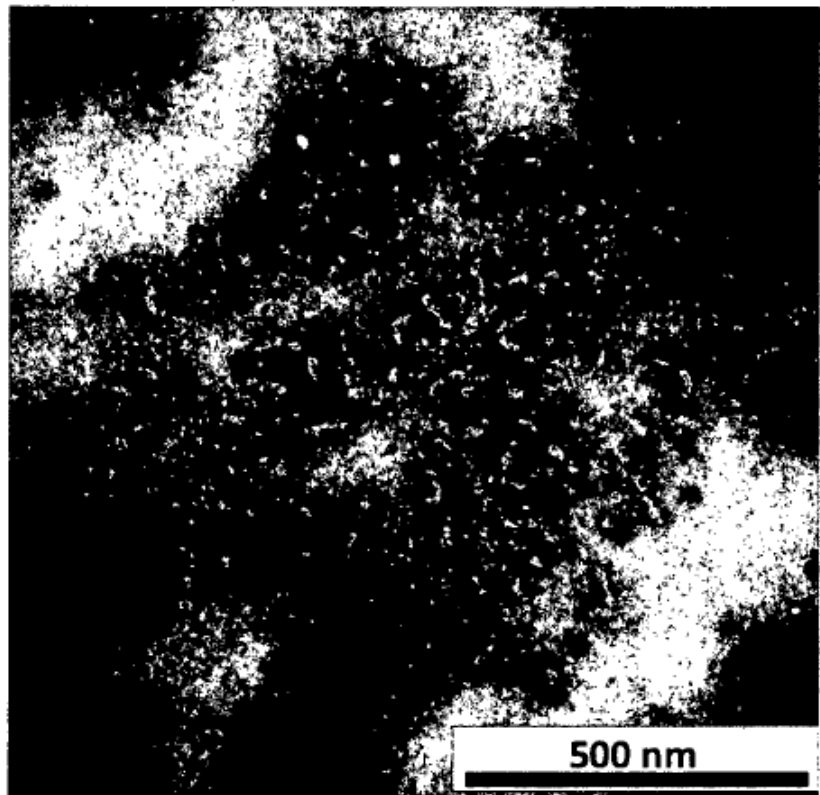


Figura 2

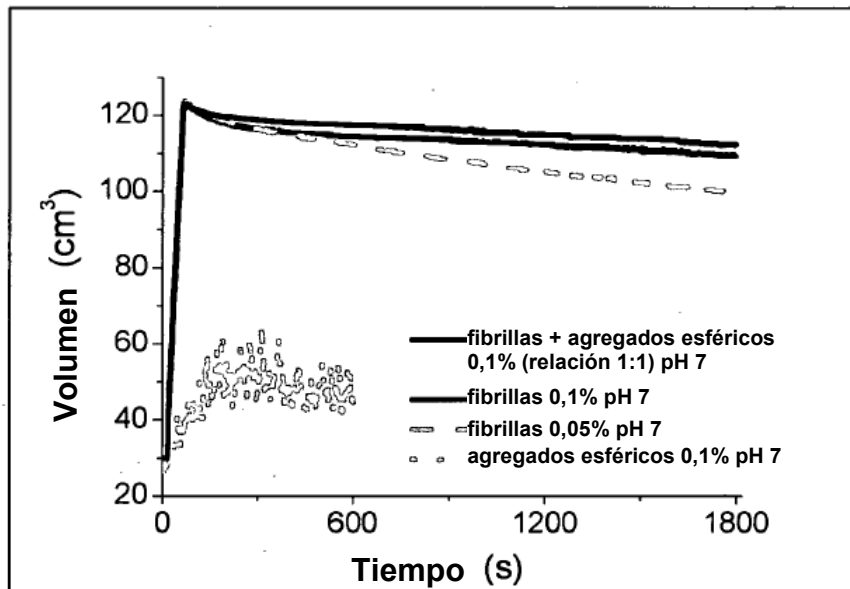


Figura 3

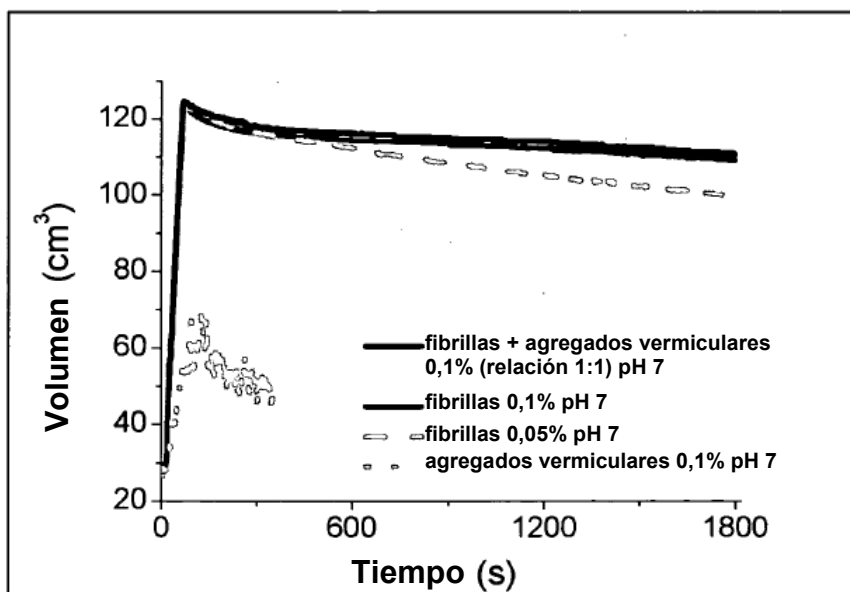


Figura 4

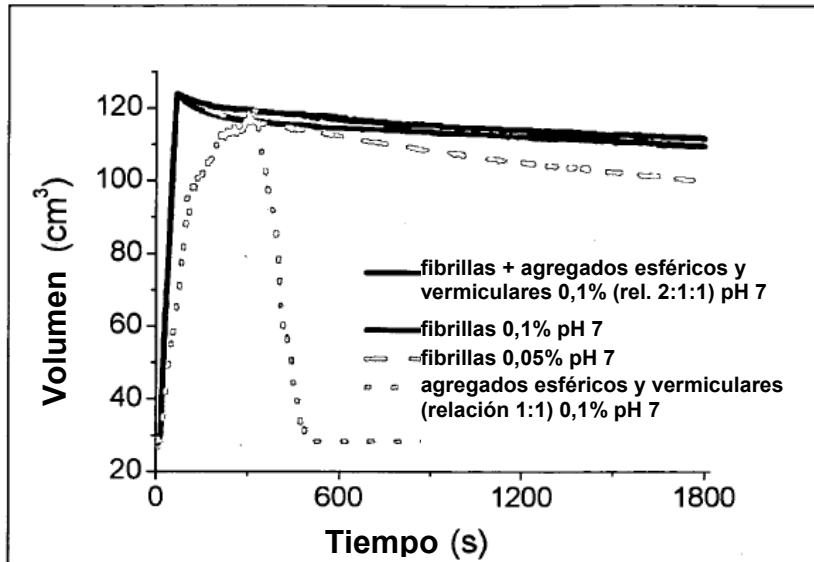


Figura 5

