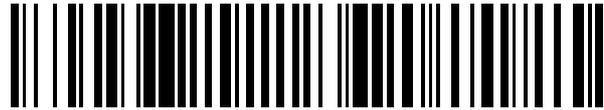


19

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 402 612**

21 Número de solicitud: 201131705

51 Int. Cl.:

A61K 9/51 (2006.01)
B82Y 5/00 (2011.01)
B82Y 40/00 (2011.01)
A61K 36/21 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

24.10.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.05.2013

71 Solicitantes:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS (CSIC) (90.0%)**
C/ Serrano, nº 117
28006 Madrid ES y
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
(10.0%)

72 Inventor/es:

LÓPEZ RUBIO , Amparo;
LAGARON CABELLO, José María;
ACEITUNO MEDINA , Marysol y
MENDOZA DÍAZ, Sandra

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier54 Título: **MICRO- SUBMICRO Y NANOESTRUCTURAS BASADAS EN PROTEÍNA DE AMARANTO.**

57 Resumen:

Micro-submicro y nanoestructuras basadas en proteína de amaranto.

Micro-, submicro- o nanoestructuras que comprenden proteína de amaranto, combinada o no con al menos otro biopolímero, adecuadas para utilizar como matriz de encapsulación. En particular, Micro-, submicro- o nanoestructuras que comprenden proteína de amaranto y un polisacárido. Así como su procedimiento de obtención comprendiendo una etapa de electrospinning, electrospinning o blowspinning.

Producto encapsulado caracterizado porque comprende una matriz de encapsulación que está formada por micro-, submicro- o nanoestructuras de la invención y al menos un ingrediente funcional. Así, como su procedimiento de obtención.

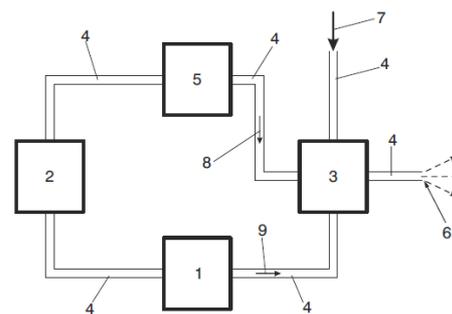


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Micro- submicro y nanoestructuras basadas en proteína de amaranto.

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere al desarrollo de micro-, submicro- y nanoestructuras basadas en proteína aislada de amaranto y mezclas de proteína aislada de amaranto con otros biopolímeros, así como su uso para la encapsulación de productos. El desarrollo de estas estructuras de encapsulación puede realizarse utilizando cualquier técnica conocida para este fin tales como secado por pulverización o atomizado, electroestirado o electrosprayado o estirado o esprayado por soplado, también llamadas spray drying, electrospinning y electrospraying y blow-spinning o blow-spraying, respectivamente. Estas micro-, submicro- y nanoestructuras están pensadas para el uso en productos y/o envases alimentarios, farmacéuticos y biomédicos con gran potencial en el área de la encapsulación de compuestos de valor añadido en éstas y otras aplicaciones de interés. Sin embargo, también pueden tener aplicación en la encapsulación de ingredientes activos en otros sectores como la agricultura, así como la industria textil o del calzado.

ESTADO DE LA TÉCNICA

El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L. variedad Revancha), es un pseudocereal que posee granos y hojas de alto valor nutricional. Es una planta tradicional mexicana que ofrece amplias ventajas debido a la facilidad de su cultivo, aunque es considerado un "cultivo subutilizado". Debido a sus características agrícolas y nutricionales, el amaranto ha sido considerado por la Academia Nacional de Estados Unidos (NAS) y por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), como una planta prometedora para el desarrollo económico (*National Academy of Science. 1975. Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop; National Academy Press: Washington DC, p. 189*). Su contenido de proteínas es, en general, más alto que los cereales comunes como el trigo (*Bressani, R., 1994. Composition and Nutritional Properties of Amaranth. In: Amaranth Biology, Chemistry and Technology, Paredes-Lopez, O. (Ed.). CRC Press, USA., pp: 185-205; Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Journal of Food Composition and Analysis, 5, 35–68*). El grano de amaranto contiene proteínas como las globulinas y albúminas, resaltando su bajo o nulo contenido de prolaminas, característica que lo convierte en un ingrediente potencial en la dieta de personas con celiaquía (*Jerzy Drzewiecki, Efren Delgado-Licon, Ratiporn Haruenkit, Elke Pawelzik, Olga Martin-Belloso, Yong-Seo Park, Soon-Teck Jung, Simon Trakhtenberg and Shela Gorinstein. Identification and Differences of Total Proteins and Their Soluble Fractions in Some Pseudocereals Based on Electrophoretic Patterns. J. Agric. Food Chem. 2003, 51, 7798-7804; Gorinstein, S.; Pawelzik, E.; Delgado-Licon, E.; Haruenkit, R.; Weisz, M.; Trakhtenberg, S. Characterization of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses. J. Sci. Food Agric. 2002, 82, 886-891*).

Debido al incremento en la demanda de nuevos productos de alto valor nutricional, varios estudios han sido desarrollados en torno al grano de amaranto como cultivo prometedor de gran calidad, no sólo como ingrediente para la formulación de alimentos sino también como material para el desarrollo de películas comestibles y biodegradables (*Colla, E., P.J. Do Amaral Sobral and F.C. Menegalli, 2006. Amaranthus cruentus flour edible films: influence of stearic acid addition, plasticizer concentration and emulsion stirring speed on water vapor permeability and mechanical properties. J. Agricultural and Food Chemistry, 54(18):6645-6653; D. Tapia-Blácido, A.N.Mauri, F.C. Menegalli, P.J.A. Sobral, and M.C. Añón. 2007. Contribution of the Starch, Protein, and Lipid Fractions to the Physical, Thermal, and Structural Properties of Amaranth (Amaranthus caudatus) Flour Films. Journal of Food Science, 72 (5), 293-300; D. Tapia-Blácido, P.J. Sobral and F.C. Menegalli. 2005. Development and characterization of biofilms based on Amaranth flour (Amaranthus caudatus). Journal of Food Engineering, 67, 215–223; N. J. Elizondo, P.J. Sobral and F.C. Menegalli. 2009. Development of films based on blends of Amaranthus cruentus flour and poly(vinyl alcohol). Carbohydrate Polymers, 75, 592–598*).

De entre las técnicas de encapsulación útiles para el desarrollo de micro- submicro- y nanoestructuras basadas en proteína de amaranto, destacar el interés de las técnicas de electrospinning/electrospraying (electroestirado/electrosprayado por alto voltaje) y blow spinning/spraying (estirado/esprayado por soplado). Estas técnicas constituyen métodos simples y altamente versátiles para la obtención de fibras y/o cápsulas en el rango submicrométrico mediante la acción de un campo eléctrico externo que se aplica entre dos electrodos en el caso de electrospinning/electrospraying y presión de fluido en el caso de blow spinning/spraying al que se somete la solución polimérica. Estos procesos no requieren del uso de temperatura. En los últimos años, el uso de estas técnicas ha despertado un considerable interés para el desarrollo de fibras a partir biopolímeros de grado alimenticio como proteínas y polisacáridos, abriendo enormes posibilidades para la implementación de materiales novedosos, renovables, comestibles y biodegradables en sectores tan variados como el alimentario, farmacéutico y biomédico.

En el área de alimentos ya se ha reportado el desarrollo de nanofibras a partir de proteínas como zeína, proteína aislada de soja y proteína de trigo (*S. Torres-Giner, E. Gimenez, J.M. Lagaron. 2008. Characterization of the morphology and thermal properties of Zein Prolamine nanostructures obtained by electrospinning. Food Hydrocolloids, 22, 601–614; Woerdeman, D.L., P. Ye, S. Shenoy, R.S. Parnas, G.E. Wnek and O. Trofimova. 2005.*

Electrospun Fibers from Wheat Protein: Investigation of the Interplay between Molecular Structure and the Fluid Dynamics of the Electrospinning Process. Biomacromolecules. 6: 707-712; Vega-Lugo, A.C., L.T. Lim. 2009. Controlled release of allyl isothiocyanate using soy protein and poly(lactic acid) electrospun fibers. Food Research International. 42: 933-940). También existen estudios sobre la encapsulación de agentes antibacterianos, como el alil isotiocianato, en nanofibras de proteína aislada de soja y antioxidantes como las catequinas y el β -caroteno en nanofibras de zeína (Vega-Lugo, A.C., L.T. Lim. 2009. *Controlled release of allyl isothiocyanate using soy protein and poly(lactic acid) electrospun fibers. Food Research International. 42: 933-940; Fernandez, A., S. Torres-Giner and J. M. Lagaron. 2009. Novel route to stabilization of bioactive antioxidants by encapsulation in electrospun fibers of zein prolamine. Food Hydrocolloids. 23 (5): 1427-1432.13-17).*

Actualmente, no hay antecedentes ni en la literatura científica ni patentes con respecto a los procesos para la obtención de micro-, submicro- y nanoestructuras que comprendan la proteína de amaranto como material encapsulante. En esta invención se propone el uso de proteína de amaranto y sus mezclas con otros biopolímeros para la encapsulación y protección de ingredientes de valor y se describe el proceso para la obtención de micro submicro y nanofibras y micro submicro y nanocápsulas basadas en proteína de amaranto.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Breve descripción de la invención

La presente invención propone el uso de proteína de amaranto y sus mezclas con otros biopolímeros para el desarrollo de micro-, submicro- y nanoestructuras, ya sean fibras o cápsulas. Estas micro-, submicro- y nanoestructuras generadas pueden utilizarse como matriz de encapsulación de ingredientes y aditivos funcionales o de valor tecnológico para su incorporación en, sin sentido limitativo, preparados farmacéuticos o alimentarios.

La incorporación de compuestos bioactivos como vitaminas, probióticos, péptidos bioactivos y antioxidantes dentro de sistemas basados en proteína de amaranto proporciona una ruta para el desarrollo de por ejemplo alimentos funcionales novedosos que puedan ofrecer beneficios fisiológicos o reducir el riesgo de enfermedades. El uso de estos vehículos de incorporación, además de servir como tales para su inclusión en diferentes matrices alimentarias/farmacéuticas o de cualquier otra área que pueda beneficiarse de esta tecnología, ofrecen al consumidor una matriz de encapsulación que además posee un valor nutritivo adicional debido a la composición de aminoácidos presentes en las proteínas procedentes del amaranto que es de alta calidad (si se compara con otras proteínas como la zeína del maíz), permitiendo el desarrollo de sistemas de encapsulación con propiedades bifuncionales.

Adicionalmente, debido a su bajo o nulo contenido en prolamina, las micro-, submicro- y nanoestructuras que comprenden proteína de amaranto de la presente invención son aptas para administrar a personas con celiaquía.

Las micro-, submicro- y nanoestructuras que comprenden proteína de amaranto de la presente invención pueden obtenerse utilizando cualquier técnica conocida para este fin tales como secado por pulverización o atomizado, coacervación, polimerización interfacial, gelación iónica, incompatibilidad polimérica, atrapamiento en liposomas, uso de fluidos supercríticos, encapsulación por lecho fluidificado, electroestirado o electrosprayado o estirado o esprayado por soplado, también llamadas spray drying, electrospinning o electrospraying y blow-spinning o blow-spraying, respectivamente.

Una realización preferida de dicho proceso de encapsulación es por técnicas de estirado (electroestirado, electrosprayado, estirado por soplado y esprayado por soplado) ya que no hace uso de temperatura y permite controlar la morfología y el tamaño de las estructuras obtenidas.

Por otra parte, es necesario destacar que debido a que los componentes de estos sistemas de encapsulación son de origen natural, la estabilidad de las propiedades de las disoluciones biopoliméricas, en particular la viscosidad varía con el tiempo. Este parámetro es de vital importancia en los procesos de electrospinning/ electrospraying y blow spinning/blow spraying para que se mantenga la continuidad del flujo durante el proceso, ya que la formación de tapones al final de la jeringa expulsora de la solución provoca pérdidas en el rendimiento y tiempo de producción, sobretodo en procesos a gran escala. En comparación con las disoluciones poliméricas de zeína, las disoluciones de proteína de amaranto y mezclas de proteína de amaranto con otros biopolímeros conservan la capacidad de formación de fibras/cápsulas 72 horas después de preparada la solución, además de obtenerse un flujo continuo sin bloqueos durante el proceso, lo cual le proporciona una ventaja sobre los sistemas anteriormente mencionados.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona micro-, submicro- o nanoestructuras, caracterizadas porque comprenden un aislado de proteína de amaranto (de aquí en adelante proteína de amaranto), combinado o no con al menos otro biopolímero.

En la presente invención se entiende por micro-, submicro- o nanoestructura una estructura con un tamaño de entre 1 y 100 micras, por debajo de la micra y por debajo de los 100 nanómetros respectivamente. En la presente invención, los tamaños preferidos de las micro-, submicro- y nanoestructuras están comprendidos entre 1-10 micras, 0.1-1 micras y 10-100 nanómetros respectivamente.

5 Adicionalmente, en la presente invención se entiende por proteína de amaranto, proteína obtenida a partir del pseudocereal amaranto.

10 En una realización preferida, las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención son adecuadas para utilizar como matriz de encapsulación.

En otra realización preferida, las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención pueden tener forma de fibra o cápsula.

15 En otra realización preferida, las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención comprenden proteína de amaranto con un contenido mínimo en proteína del 70%. Preferentemente, el contenido mínimo de proteína es del 85%.

20 Las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención pueden comprender al menos un biopolímero en combinación con la proteína de amaranto. Este biopolímero puede ser un polisacárido, lípido, otra proteína, un biopoliéster o cualquier combinación de los anteriores.

25 En otra realización preferida, las micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en esta solicitud de patente comprenden proteína de amaranto y al menos un polisacárido. Preferentemente, las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención comprenden proteína de amaranto y un polisacárido.

En una realización aún más preferida, el polisacárido es un glucano, siendo especialmente preferente que el glucano sea pululano.

30 En otra realización preferida adicional, las micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en esta solicitud de patente, preferentemente cuando son adecuadas para utilizar como matriz de encapsulación, se caracterizan porque la relación entre proteína de amaranto y biopolímero se puede encontrar entre 30:70 y 100:0. Preferentemente, esta relación se puede encontrar entre 50:50 y 80:20.

35 En otra realización preferida adicional, las micro-, submicro- o nanoestructuras adecuadas para utilizar como matriz de encapsulación tal como se describen en esta solicitud de patente, se caracterizan porque la relación entre proteína de amaranto y polisacárido, preferentemente entre proteína de amaranto y pululano, se puede encontrar entre 30:70 y 100:0. Preferentemente, esta relación se puede encontrar entre 50:50 y 80:20.

40 En otra realización preferida, las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención pueden comprender adicionalmente uno o más aditivos.

45 Este aditivo puede utilizarse, por ejemplo, para mejorar las propiedades de las micro-, submicro- o nanoestructuras, para facilitar su procedimiento de obtención y su posterior procesado o para modificar la estabilidad o liberación del ingrediente activo que pueda estar encapsulado en las micro-, submicro- o nanoestructuras de la invención.

50 Preferentemente, el aditivo comprendido en las micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente se puede seleccionar del grupo que consiste en un surfactante (como el monooleato de polioxietileno sorbitán (Tween 80), la lecitina o el estearoil lactato de sodio), un entrecruzante (como por ejemplo el glutaraldehído), fibras (como fibras de celulosa), proteína no procedente de amaranto (tales como la zeína o proteínas del suero de la leche), un plastificante (como el glicerol), un ácido (como el ácido cítrico), una base (como el hidróxido de sodio), un emulsionante (como el monolaureato de polioxietileno), un antioxidante (como la quercetina) y mezcla de éstos.

55 En una realización aún más preferida, cuando el aditivo comprendido en las micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente es una fibra, ésta es una fibra de celulosa.

60 En otra realización aún más preferida, el aditivo es un surfactante, siendo aún más preferente que sea un polisorbato. De forma especialmente preferente, el aditivo comprendido en las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención es monooleato de polioxietileno sorbitán (conocido comercialmente como Tween 80).

65 Las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención se pueden obtener utilizando cualquier técnica conocida para este fin tales como secado por pulverización, coacervación, polimerización interfacial, gelación iónica, incompatibilidad polimérica, atrapamiento en liposomas, uso de fluidos supercríticos. Así mismo, también se pueden obtener las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención por técnicas habituales de encapsulación

tales como por lecho fluidificado, electroestirado o electrosprayado y estirado o esprayado por soplado, también llamadas spray drying, electrospinning o electrospraying y blow-spinning o blow-spraying, respectivamente.

5 La proteína de amaranto se puede aislar de un concentrado proteico de amaranto comercial utilizando el método de precipitación de punto isoeléctrico, por ejemplo, tal como se describe en el apartado de ejemplos de esta solicitud de patente.

10 Para la obtención de micro-, submicro- y nanoestructuras a partir de este aislado proteico, se puede preparar una disolución de la proteína de amaranto en disolvente ácido (por ejemplo: ácido acético, fórmico, clorhídrico, etc.) u orgánico (por ejemplo: hexafluoropropanol), a la cual se le puede adicionar otros aditivos como surfactantes u otros ingredientes específicos que mejoren la protección de la matriz de encapsulación (tales como entrecruzantes, polisacáridos, fibras, otras proteínas, etc.). También se puede incorporar a dicha disolución los ingredientes activos a encapsular, siempre que éstos sean solubles en dichos disolventes, para obtener el producto encapsulado.

15 Adicionalmente, si los ingredientes a encapsular son insolubles en el disolvente utilizado para la proteína de amaranto pueden prepararse dos disoluciones: una con el aislado de proteínas y otra con el ingrediente a encapsular. Posteriormente, estas disoluciones se bombean por conductos diferentes hasta el punto de formación de las micro-, submicro- o nanoestructuras por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente.

20 En un segundo aspecto, la presente invención también proporciona un procedimiento de obtención de las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención, preferentemente adecuadas para utilizar como matriz de encapsulado, caracterizado porque comprende una etapa de electrospinning, electrospraying o blow-spinning.

25 En una realización preferida, el procedimiento de obtención de las micro-, submicro- o nanoestructuras de la presente invención puede comprender una etapa previa adicional de preparación de una disolución de proteína de amaranto en uno o más disolventes adecuados. Preferentemente, esta disolución también puede comprender al menos otro biopolímero y/o puede comprender al menos un aditivo tal como se describen en esta solicitud de patente.

30 Preferentemente, la disolución de proteína de amaranto en uno o más disolventes adecuados, puede comprender un polisacárido y/o un surfactante. De forma aún más preferente, el polisacárido es pululano, el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán y el disolvente es ácido fórmico.

35 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- y nanoestructuras de la presente invención puede comprender las siguientes etapas:

a) preparar una disolución que comprende proteína de amaranto en uno o más disolventes,

b) alimentar el equipo de atomizado, electrospinning, electrospraying o blow-spinning con la disolución preparada en la etapa a).

40 En otra realización preferida, la disolución preparada en la etapa a) comprende adicionalmente al menos otro biopolímero y/o al menos un aditivo tal como se describen en esta solicitud de patente.

45 El biopolímero puede ser un polisacárido, lípido, otra proteína, un biopoliéster o cualquier combinación de los anteriores. Preferentemente el biopolímero es un polisacárido. En una realización aún más preferente el polisacárido es un glucano, siendo especialmente preferente que el glucano sea pululano.

50 Por otro lado, el aditivo puede ser, por ejemplo, para mejorar las propiedades de las micro-, submicro- o nanoestructuras, para facilitar su procedimiento de obtención, su posterior procesado o para modificar la estabilidad o liberación del ingrediente funcional que pueda estar encapsulado en las micro-, submicro- o nanoestructuras de la invención.

55 Preferentemente, el aditivo comprendido en la disolución de la etapa a) del procedimiento de la invención tal como se describe en esta solicitud de patente, se puede seleccionar del grupo que consiste en un surfactante (como el monooleato de polioxietileno sorbitán (Tween 80), la lecitina o el estearoil lactato de sodio), un entrecruzante (como por ejemplo el glutaraldehído), fibras (como fibras de celulosa), proteína no procedente de amaranto (tales como la zeína o proteínas del suero de la leche), un plastificante (como el glicerol), un ácido (como el ácido cítrico), una base (como el hidróxido de sodio), un emulsionante (como el monolaureato de polioxietileno), un antioxidante (como la quercetina) y mezcla de éstos. De forma más preferente, el aditivo es un surfactante, siendo especialmente preferente que este aditivo sea un polisorbato.

60 En otra realización aún más preferida, la disolución preparada en la etapa a) del procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras de esta invención, puede comprender adicionalmente al menos un polisacárido y/o al menos un surfactante.

65 En otra realización preferida adicional, la etapa a) de preparación de la disolución que comprende proteína de amaranto, incluye un tratamiento de homogenización por agitación y/o ultrasonidos. En una realización aún más

preferida, la preparación de la disolución que comprende proteína de amaranto en uno o más disolventes, con o sin al menos un aditivo adicional y/o al menos otro biopolímero, tiene lugar mediante un tratamiento de homogenización durante 10-300s entre 15 y 40 °C.

5 El disolvente utilizado para preparar la disolución de proteína de amaranto tal como se describe en esta solicitud de patente puede ser un disolvente ácido tal como ácido acético, fórmico, ferúlico o clorhídrico; o un disolvente orgánico tal como hexafluoropropanol. Preferentemente, este disolvente es ácido fórmico.

10 En otra realización preferida adicional, la disolución preparada en la etapa a) del procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende entre un 0.1 y un 99 % de proteína de amaranto. Más preferentemente, entre 3 y 20 % en peso respecto al volumen de disolvente.

15 En otra realización preferida adicional, la disolución preparada en la etapa a) del procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende entre un 0.1 y un 99 % de otro biopolímero, expresado en peso de biopolímero y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente. Más preferentemente, entre 3 y 20% en peso de biopolímero y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente.

20 En otra realización preferida adicional, la disolución preparada en la etapa a) del procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende adicionalmente entre un 0.1 y un 99 % de un surfactante expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

25 En una realización aún más preferida, la disolución preparada en la etapa a) del procedimiento de la invención comprende entre 5 y 30 % en peso de un surfactante expresado respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

30 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende una etapa b) de electrospinning, electrospaying o blow-spinning caracterizada porque la distancia entre capilar y soporte puede ser de entre 0,1 y 200 cm. Preferentemente entre 2 y 50 cm.

35 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende una etapa b) de electrospinning, electrospaying o blow-spinning caracterizada porque la velocidad de deposición puede ser entre 0,001 y 100 ml/h. Preferentemente, entre 0,01 y 10 ml/h.

40 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende una etapa b) de electrospinning, electrospaying o blow-spinning caracterizada porque el voltaje aplicado puede ser entre 0,1 y 1000 kV. Preferentemente entre 5 y 30 kV.

45 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, comprende una etapa b) de electrospinning, electrospaying o blow-spinning caracterizada porque la distancia entre capilar y soporte es entre 2 y 50 cm, la velocidad de deposición es entre 0,01 y 10 ml/h y el voltaje aplicado es entre 5 y 30 kV.

50 En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, puede comprender las siguientes etapas:

a) preparar una disolución que comprende entre 0,1 y 99 % en peso respecto al volumen de disolvente de proteína de amaranto en uno o más disolventes, y

b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning con la disolución preparada en a), donde la distancia entre capilar y soporte es entre 0,1 y 200 cm, la velocidad de deposición es entre 0,001 y 100 ml/h y el voltaje aplicado es entre 0,1 y 1000 kV.

55 En una realización aún más preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en el párrafo anterior, se caracteriza porque la disolución preparada en la etapa a) adicionalmente puede comprender entre 0,1 y 99% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 0,1 y 99 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente, el polisacárido es pululano y el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

60 En otra realización aún más preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente, puede comprender las siguientes etapas:

- a) preparar una disolución que comprende entre 3 y 20 %, en peso respecto al volumen de disolvente, de proteína de amaranto en uno o más disolventes, y
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning con la disolución preparada en la etapa a), donde la distancia entre capilar y soporte es entre 2 y 50 cm, la velocidad de deposición es entre 0,01 y 10 ml/h y el voltaje aplicado es entre 5 y 30 kV.

En otra realización aún más preferida, el procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en el párrafo anterior puede comprender que la disolución preparada en la etapa a) adicionalmente comprenda entre 3 y 20% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 5 y 30 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente, el polisacárido es pululano y el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

En un tercer aspecto, la presente invención también se refiere al uso de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en esta solicitud de patente como matriz de encapsulación.

Así, la matriz de encapsulación que está formada por las micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en la presente invención puede utilizarse para encapsular una gran variedad de ingredientes funcionales farmacéuticos, alimenticios o de cualquier otro área que pueda beneficiarse de esta tecnología tales como la industria textil o del calzado (por ejemplo, para encapsular aromas), así como la industria de envasado.

En una realización preferida, el ingrediente funcional comprendido en la matriz de encapsulación que está formada por micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en esta solicitud de patente, es un ingrediente funcional farmacéutico o alimentario.

En una realización aún más preferida, el ingrediente funcional farmacéutico puede ser un principio activo junto con los correspondientes excipientes o un ingrediente activo tal como un antioxidante, un aroma, un antimicrobiano, un péptido bioactivo, una vitamina, un prebiótico, un probiótico, etc.

En otra realización aún más preferida, el ingrediente funcional alimentario se puede seleccionar del grupo que consiste en una vitamina, probiótico, prebiótico, antimicrobiano, péptido bioactivo, antioxidante y mezcla de éstos.

En un cuarto aspecto, la presente invención también se refiere a un producto encapsulado que comprende una matriz de encapsulación que está formada por micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en esta solicitud de patente y al menos un ingrediente funcional.

En una realización preferida, el producto encapsulado forma parte de una composición farmacéutica o un alimento. Preferentemente, cuando el producto encapsulado forma parte de una composición farmacéutica, ésta es adecuada para administración oral. La utilización de proteína de amaranto en la matriz de encapsulación proporciona un valor nutritivo adicional al producto encapsulado debido a la composición de aminoácidos presentes en las proteínas procedentes del amaranto que es de alta calidad (si se compara con otras proteínas como la zeína del maíz), proporcionando una matriz de encapsulación con propiedades bifuncionales.

En un quinto aspecto de la presente invención, el producto encapsulado que comprende una matriz de encapsulación que está formada por micro, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en esta solicitud de patente y al menos un ingrediente funcional, se puede obtener por el mismo procedimiento descrito anteriormente en esta solicitud de patente para la obtención de las micro-, submicro- o nanoestructuras, adicionando el ingrediente funcional a encapsular a la disolución que comprende la proteína de amaranto.

Si los ingredientes a encapsular son insolubles en el disolvente utilizado pueden prepararse dos disoluciones, una con la proteína de amaranto y otra con el ingrediente a encapsular.

En una realización preferida, el procedimiento de obtención del producto encapsulado de la presente invención puede comprender las siguientes etapas:

- a1) preparar una disolución que comprende proteína de amaranto en uno o más disolventes,
a2) preparar una disolución que comprende al menos un ingrediente funcional en uno o más disolventes, siendo este disolvente o mezcla de disolventes igual o diferente al de la disolución a1), y
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning de forma simultanea con las disoluciones preparadas en a1) y a2).

Preferentemente, la disolución preparada en la etapa a1) y/o a2), puede comprender adicionalmente al menos otro biopolímero y/o al menos un aditivo tal como se describen en esta solicitud de patente. Preferentemente el biopolímero es un polisacárido y el aditivo un surfactante. De forma aún más preferente, el polisacárido es pululano y el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

En otra realización preferida, el procedimiento de obtención del producto encapsulado de la presente invención puede comprender las siguientes etapas:

a1) preparar una disolución que comprende entre 0,1 y 99 % en peso respecto al volumen de disolvente de proteína de amaranto en uno o más disolventes,

a2) preparar una disolución que comprende entre 0,01 y 50% en peso respecto al volumen de disolvente de al menos un ingrediente funcional en uno o más disolventes, siendo este disolvente o mezcla de disolventes igual o diferente al de la disolución a1), y

b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning de forma simultanea con las disoluciones obtenidas en a1) y a2).

Preferentemente, el procedimiento de obtención del producto encapsulado tal como se describe en el párrafo anterior, se caracteriza porque la disolución preparada en la etapa a1) y/o a2) adicionalmente puede comprender entre 0,1 y 99% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 0,1 y 99 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente, el polisacárido es pululano y el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

En otra realización preferida, el procedimiento de obtención del producto encapsulado de la presente invención puede comprender las siguientes etapas:

a1) preparar una disolución que comprende entre 3 y 20 % en peso respecto al volumen de disolvente de proteína de amaranto en uno o más disolventes,

a2) preparar una disolución que comprende entre 0,01 y 50% en peso respecto al volumen de disolvente de al menos un ingrediente funcional en uno o más disolventes, siendo este disolvente o mezcla de disolventes igual o diferente al de la disolución a1), y

b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning de forma simultanea con las disoluciones obtenidas en a1) y a2), donde la distancia entre capilar y soporte es entre 2 y 50 cm, la velocidad de deposición es entre 0,01 y 10 ml/h y el voltaje aplicado es entre 5 y 30 kV.

Preferentemente, el procedimiento de obtención del producto encapsulado tal como se describe en el párrafo anterior, se caracteriza porque la disolución preparada en la etapa a1) y/o a2) adicionalmente puede comprender entre 3 y 20% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 5 y 30 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución. Preferentemente, el polisacárido es pululano y el surfactante es monooleato de polioxietileno sorbitán (disponible comercialmente como Tween 80).

En otra realización preferida, el procedimiento de obtención de un producto encapsulado tal como se describe en los párrafos anteriores, se caracteriza porque, cuando el ingrediente funcional es soluble en el disolvente o la mezcla de disolventes de la disolución a1), se prepara una única disolución a3) que comprende la proteína de amaranto y el ingrediente activo soluble.

Preferentemente, el procedimiento de obtención de un producto encapsulado tal como se describe en los párrafos anteriores, se caracteriza porque esta disolución a3) puede comprender adicionalmente al menos otro biopolímero y/o al menos un aditivo tal como se describen en esta solicitud de patente.

En otra realización preferida, la etapa de preparación de las disoluciones a1), a2) o a3) puede tener lugar con agitación vigorosa para favorecer la dispersión del ingrediente a encapsular y/o de los aditivos en la matriz proteica.

Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Muestra una imagen de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) de micro- y nanocápsulas de proteína de amaranto obtenidas mediante la técnica de electroesprayado a partir de una disolución del aislado de proteínas de amaranto en ácido fórmico y utilizando Tween 80 como surfactante.

Figura 2. Muestra las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) de las estructuras de encapsulación obtenidas a partir de mezclas de proteína de amaranto:pululano utilizando las siguientes proporciones: (a) 50:50, (b) 60:40, (c) 70:30 y (d) 80:20.

Figura 3. Muestra una imagen obtenida por microscopía óptica usando una fuente de fluorescencia de fibras de proteína de amaranto: pululano (50:50) con quercetina encapsulada. En la imagen se puede observar que la quercetina se distribuye de forma homogénea a lo largo de las fibras.

Figura 4. Muestra la fluorescencia presentada por quercetina, incorporada dentro de fibras de proteína de amaranto:pululano (80:20) tras 50 horas de iluminación UV.

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN:

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del procedimiento de la invención para la obtención de nanoestructuras basadas en proteína de amaranto y sus mezclas con otros biopolímeros y con capacidad para la protección de diversos ingredientes bioactivos o funcionales.

Aislamiento de proteína de amaranto

La proteína de amaranto se puede aislar a partir de un concentrado proteico de amaranto comercial utilizando el método de precipitación de punto isoeléctrico que se detalla a continuación: El concentrado proteico de amaranto se suspende en agua (10% peso/volumen). Posteriormente el pH se ajusta a 9 con 2N de hidróxido de sodio. La suspensión se agita durante 30 minutos a temperatura ambiente y se centrifuga durante 20 minutos a 9000g. El pH del sobrenadante se ajusta a 5 con ácido clorhídrico 2N y nuevamente se centrifuga a 9000g durante 20 minutos a 4°C. El pellet obtenido de este modo se resuspende en agua, se neutraliza con 0.1 N de hidróxido de sodio y posteriormente se liofiliza. El contenido de proteína determinado después de este proceso utilizando el método de Kjeldahl es de 85.47 ±0.23%.

Ejemplo 1. Desarrollo de micro-, submicro- y nanocápsulas basadas en proteína de amaranto

En este ejemplo se describe un proceso típico de obtención de las micro-, submicro- y nanocápsulas basadas en proteína de amaranto utilizando la técnica de electroesprayado por alto voltaje.

En una primera etapa, se prepara la disolución del aislado de proteína de amaranto en ácido fórmico. La concentración utilizada del aislado de proteína de amaranto es de un 10% en peso respecto al volumen del disolvente y se agita a temperatura ambiente hasta obtener una disolución homogénea. En esta etapa se añade también el surfactante Tween 80, que se utiliza a una concentración del 20% en peso, respecto al peso de la proteína utilizado.

Una vez obtenida la disolución, ésta se emplea para generar las nanocápsulas mediante la técnica de electroesprayado con una configuración horizontal. La disolución se introduce en jeringas de 5 mL conectadas a través de tubos de teflón a una aguja de acero inoxidable de diámetro 0,9 mm. La aguja se conecta a un electrodo que a su vez está conectado a una fuente de alimentación de 0-30 KV. Se aplica un voltaje comprendido entre 14-16 KV y la disolución se bombea a través de dicha aguja con un flujo de 0,4 mL/h. El contra-electrodo se conecta a una placa (colector) de acero inoxidable donde se recogen las estructuras obtenidas, siendo la distancia entre la aguja y el colector de unos 10 cm. El proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente. De este modo se obtienen las nanocápsulas que se muestran en la Figura 1.

Los tamaños de las cápsulas obtenidas de este modo oscilan entre los 90 nm y las 3 micras, aunque preferiblemente se obtienen microcápsulas (es decir, cápsulas con tamaños superiores a 1 µm).

Ejemplo 2. Desarrollo de estructuras de encapsulación utilizando mezclas de proteína de amaranto y el polisacárido pululano

En este ejemplo se describe un proceso típico de obtención de micro-, submicro- y nanofibras a partir de mezclas de proteína de amaranto y un biopolímero (en concreto, pululano) utilizando la técnica de electroestirado por alto voltaje.

En una primera etapa, se prepara la disolución del aislado de proteína de amaranto en ácido fórmico. La concentración utilizada del aislado de proteína de amaranto es de un 10% en peso respecto al volumen del disolvente y se agita a temperatura ambiente hasta obtener una disolución homogénea. En esta etapa se añade también un 10% en peso de surfactante Tween 80 y se agita hasta su completa disolución.

Posteriormente se adiciona el biopolímero pululano a distintas concentraciones, de manera que las proporciones de ambos polímeros (proteína amaranto:pululano) se variaron del siguiente modo: 50:50, 60:40, 70:30 y 80:20, siempre conservando una concentración total de los biopolímeros en la disolución del 20% (peso/peso). Las mezclas se agitaron a temperatura ambiente hasta obtener una mezcla homogénea.

La segunda etapa del proceso consistió en la generación de las estructuras de encapsulación utilizando la técnica de electroestirado por alto voltaje utilizando las siguientes condiciones: Voltaje 15 kV, distancia al colector 10 cm, velocidad de flujo de la disolución 0.4 ml/h. Las morfologías obtenidas se muestran en la Figura 2. Las figuras 2a, 2b, 2c y 2d, muestran las morfologías de las fibras obtenidas a partir de proporciones proteína de amaranto:pululano, 50:50, 60:40, 70:30 y 80:20, respectivamente.

Ejemplo 3. Encapsulación de quercetina en fibras de proteína de amaranto/pululano

En este ejemplo se detalla el proceso de encapsulación del antioxidante quercetina en fibras desarrolladas a partir de una mezcla de proteína de amaranto/pululano utilizando la técnica de electroestirado por alto voltaje.

En la primera etapa del proceso se prepara una disolución de proteína de amaranto y surfactante Tween 80 en ácido fórmico. La concentración de proteína utilizada es de un 10% en peso respecto al disolvente, mientras que el surfactante se utiliza a una concentración del 10% respecto al peso de la proteína. Esta disolución se agita a 500 rpm a temperatura ambiente hasta obtener una mezcla homogénea.

En una segunda etapa se agrega el pululano a la misma concentración que la proteína de amaranto para obtener una mezcla 50:50. Se mantiene la agitación a 500 rpm hasta la completa incorporación del polisacárido a la mezcla en disolución.

La tercera etapa consiste en la adición del antioxidante quercetina a una concentración del 10% respecto al peso de la proteína de amaranto y se agita la mezcla a temperatura ambiente hasta su completa dispersión.

La disolución obtenida se introduce en una jeringa de plástico de 5 ml para su procesamiento por medio del proceso de electroestirado, utilizando las siguientes condiciones: Voltaje 15 kV, distancia al colector 10 cm, velocidad de flujo 0.4 ml/h.

La Figura 3 muestra la fluorescencia presentada por la quercetina, incorporada dentro de las fibras. En la imagen se observa una distribución homogénea del antioxidante dentro de las fibras.

Ejemplo 4. Encapsulación de ácido ferúlico en fibras de proteína de amaranto/pululano

En este ejemplo se detalla el proceso de encapsulación del ácido ferúlico, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias en fibras desarrolladas a partir de una mezcla de proteína de amaranto/pululano utilizando la técnica de electroestirado por alto voltaje.

En la primera etapa del proceso se prepara una disolución de proteína de amaranto:pululano 80:20 en ácido fórmico. La concentración de ambos biopolímeros fue del 20% en peso respecto al disolvente. Esta disolución se agitó a temperatura ambiente hasta obtener una mezcla homogénea.

En una segunda etapa se agrega el ferúlico a una concentración del 20% respecto al peso de los biopolímeros y se agita la mezcla a temperatura ambiente hasta su completa dispersión.

La disolución obtenida se introduce en una jeringa de plástico de 5 ml para su procesamiento por medio del proceso de electroestirado, utilizando las siguientes condiciones: Voltaje 15 kV, distancia al colector 10 cm, velocidad de flujo 0.4 ml/h.

Las fibras obtenidas se sometieron a una exposición prolongada de luz UV para acelerar la fotodegradación del compuesto y las matrices de encapsulación generadas demostraron su capacidad para estabilizar este compuesto bioactivo. La Figura 4 muestra la fluorescencia presentada por el ferúlico, incorporado dentro de las fibras tras 50 horas de exposición UV. En la imagen se observa cómo tras esta exposición prolongada, el antioxidante aún mantiene su fluorescencia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Micro-, submicro- o nanoestructuras, caracterizadas porque comprenden proteína de amaranto, combinada o no con al menos otro biopolímero.
2. Micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 1, caracterizadas porque son adecuadas para utilizar como matrices de encapsulación.
- 10 3. Micro-, submicro- o nanoestructuras según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque tienen forma de fibra o cápsula.
4. Micro-, submicro- o nanoestructuras según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el biopolímero es un polisacárido.
- 15 5. Micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 4, caracterizadas porque el polisacárido es pululano.
6. Micro-, submicro- o nanoestructuras según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizadas porque la relación proteína de amaranto y biopolímero se encuentra entre 30:70 y 100:0.
- 20 7. Micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 6, caracterizadas porque la relación proteína de amaranto y biopolímero se encuentra entre 50:50 y 80:20.
8. Micro-, submicro- o nanoestructuras según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizadas porque comprenden uno o más aditivos.
- 25 9. Micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 8, caracterizadas porque el aditivo es un surfactante.
10. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- y/o nanoestructuras tal como se describen en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una etapa de electrospinning, electrospaying o blow-spinning.
- 30 11. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 10, caracterizado porque comprende una etapa previa adicional de preparación de una disolución de proteína de amaranto en uno o más disolventes adecuados.
- 35 12. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 11, caracterizado porque la disolución comprende adicionalmente al menos otro biopolímero y/o al menos un aditivo.
- 40 13. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
a) preparar una disolución que comprende proteína de amaranto en uno o más disolventes,
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning con la disolución preparada en la etapa a).
- 45 14. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 13, caracterizado porque la disolución preparada en la etapa a) adicionalmente comprende un polisacárido y/o un surfactante.
15. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 13, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
a) preparar una disolución que comprende entre 0,1 y 99 % en peso respecto al volumen de disolvente de proteína de amaranto en uno o más disolventes, y
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning con la disolución preparada en la etapa a), donde la distancia entre capilar y soporte es entre 0,1 y 200 cm, la velocidad de deposición es entre 0,001 y 100 ml/h y el voltaje aplicado es entre 0,1 y 1000 kV.
- 50 55 16. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 15, caracterizado porque la disolución preparada en la etapa a) adicionalmente comprende entre 0,1 y 99% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 0,1 y 99 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución.
- 60 17. Procedimiento de obtención de micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 15, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
a) preparar una disolución que comprende entre 3 y 20 %, en peso respecto al volumen de disolvente, de proteína de amaranto en uno o más disolventes, y
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospaying o blow-spinning con la disolución preparada en la etapa a), donde la distancia entre capilar y soporte es entre 2 y 50 cm, la velocidad de deposición es entre 0,01 y 10 ml/h y el voltaje aplicado es entre 5 y 30 kV.
- 65

- 5 18. Procedimiento de obtención de una micro-, submicro- o nanoestructuras según la reivindicación 17, caracterizado porque la disolución preparada en la etapa a) adicionalmente comprende entre 3 y 20% de un polisacárido, expresado en peso de polisacárido y proteína de amaranto respecto al volumen de disolvente, y/o entre 5 y 30 % de un surfactante, expresado en peso de surfactante respecto al peso de proteína de amaranto en la disolución.
- 10 19. Uso de micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, como matriz de encapsulación.
- 20 20. Producto encapsulado caracterizado porque comprende una matriz de encapsulación que está formada por micro-, submicro- o nanoestructuras tal como se describen en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y al menos un ingrediente funcional.
- 15 21. Producto encapsulado según la reivindicación 20, caracterizado porque el ingrediente funcional es farmacéutico o alimentario.
- 20 22. Procedimiento de obtención de un producto encapsulado tal como se describe en una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 21, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
a1) preparar una disolución que comprende proteína de amaranto en uno o más disolventes,
a2) preparar una disolución que comprende al menos un ingrediente funcional en uno o más disolventes, siendo este disolvente o mezcla de disolventes igual o diferente al de la disolución a1), y
b) alimentar el equipo de electrospinning, electrospraying o blow-spinning de forma simultanea con las disoluciones preparadas en a1) y a2).
- 25 23. Procedimiento de obtención de un producto encapsulado según la reivindicación 22, caracterizado porque cuando el ingrediente funcional es soluble en el disolvente o la mezcla de disolventes de la disolución a1), se prepara una única disolución a3) que comprende la proteína de amaranto y el ingrediente activo soluble.
- 30 24. Procedimiento de obtención de un producto encapsulado según una cualquiera de las reivindicaciones 22 o 23, caracterizado porque una o varias de las disoluciones a1), a2) o a3) comprenden adicionalmente al menos otro biopolímero y/o al menos un aditivo.

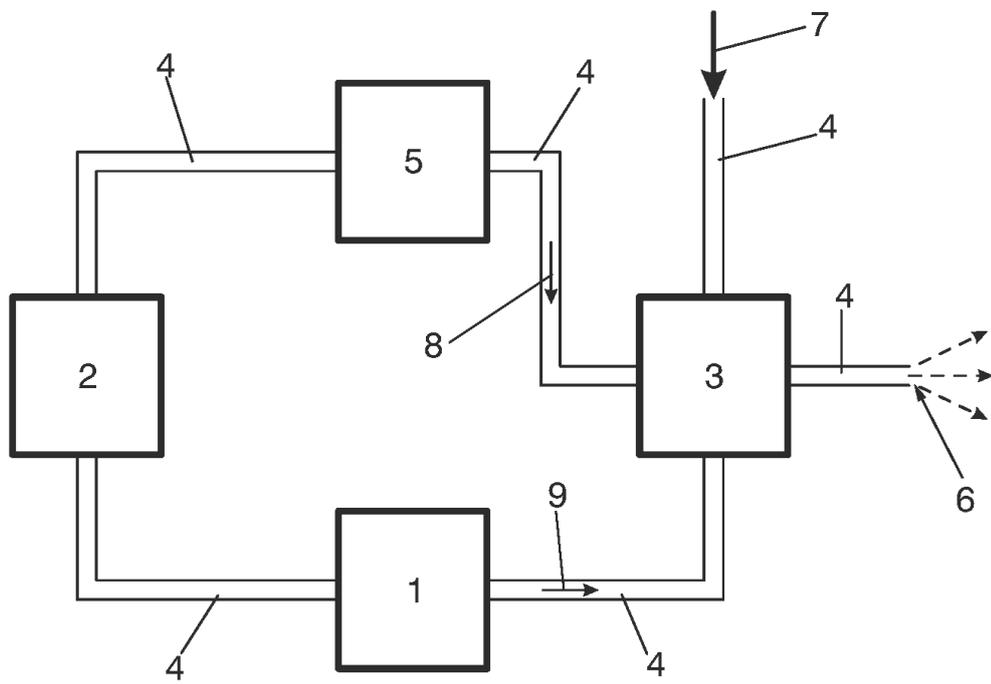


FIG. 1

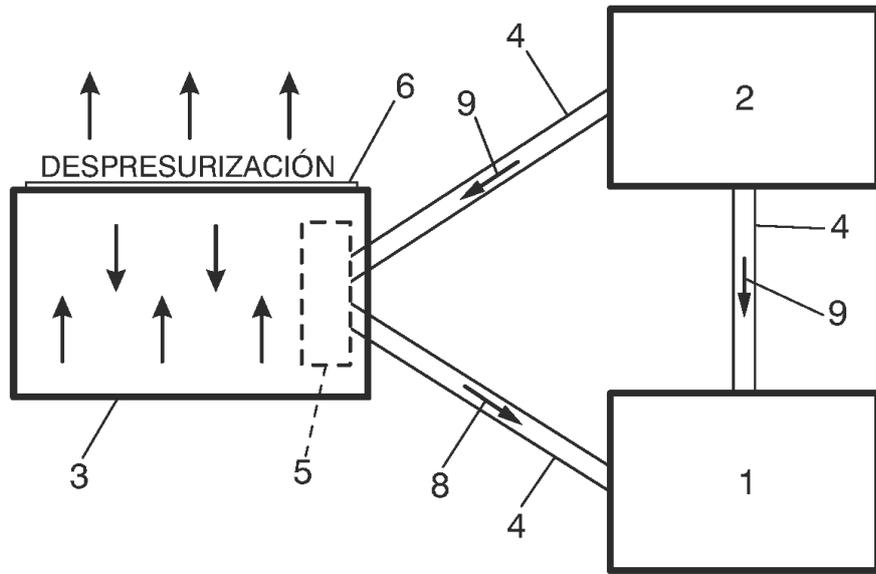


FIG. 2

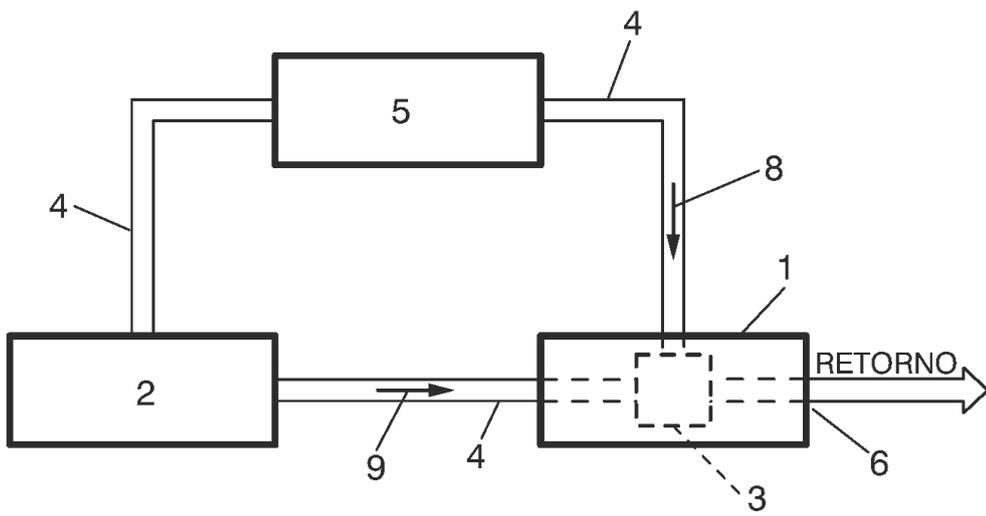


FIG. 3



- ②① N.º solicitud: 201131705
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.10.2011
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	TORRES-GINER S et al. "Novel antimicrobial ultrathin structures of zein/chitosan blends obtained by electrospinning". CARBOHYDRATE POLYMERS, 10.06.2009 VOL: 77 No: 2 Pags: 261-266 ISSN 0144-8617 Doi: doi:10.1016/j.carbpol.2008.12.035; todo el documento.	1-24
A	DONG J et al. "Aqueous electrospinning of wheat gluten fibers with thiolated additives". POLYMER, 24.06.2010 VOL: 51 No: 14 Pags: 3164-3172 ISSN 0032-3861; todo el documento.	1-24
A	FERNANDEZ A et al. "Novel route to stabilization of bioactive antioxidants by encapsulation in electrospun fibers of zein prolamine." Food Hydrocolloids, 01.07.2009 VOL: 23 No: 5 Pags: 1427-1432 ISSN 0268-005X Doi: doi:10.1016/j.foodhyd.2008.10.011; todo el documento.	1-24

Categoría de los documentos citados

- X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

- O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 31.01.2013	Examinador M. Á. García Coca	Página 1/4
---	--	----------------------

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A61K9/51 (2006.01)
B82Y5/00 (2011.01)
B82Y40/00 (2011.01)
A61K36/21 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61K, B82Y

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP/ELSEVIER, XPESP2/ELSEVIER, BIOSIS, EMBASE/ELSEVIER, NPL/EPO

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.01.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-24	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-24	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	TORRES-GINER S et al. "Novel antimicrobial ultrathin structures of zein/chitosan blends obtained by electrospinning". CARBOHYDRATE POLYMERS, 10/06/2009 VOL: 77 No: 2 Pags: 261-266 ISSN 0144-8617 Doi: doi:10.1016/j.carbpol.2008.12.035	10.06.2009
D02	DONG J et al. "Aqueous electrospinning of wheat gluten fibers with thiolated additives". POLYMER, 24/06/2010 VOL: 51 No: 14 Pags: 3164-3172 ISSN 0032-3861	24.06.2010
D03	FERNANDEZ A et al. "Novel route to stabilization of bioactive antioxidants by encapsulation in electrospun fibers of zein prolamine." Food Hydrocolloids, 01/07/2009 VOL: 23 No: 5 Pags: 1427-1432 ISSN 0268-005X Doi: doi:10.1016/j.foodhyd.2008.10.011	01.07.2009

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención, tal y como se recoge en las reivindicaciones 1-24, son micro- submicro- o nanoestructuras de amaranto (reiv. 1-9), el procedimiento de obtención de las mismas (reiv. 10-18) y el uso de dichas estructuras como matrices de encapsulación (reiv. 19). Es también objeto de la invención un producto encapsulado en las estructuras de la invención (reiv. 20-21) y el procedimiento de obtención de dicho producto (reiv. 22-24).

Novedad (art. 6.1 de la Ley 11/1986 de Patentes) y Actividad Inventiva (art. 8.1 de la Ley 11/1986 de Patentes).

El documento D01 divulga estructuras ultrafinas en forma de fibras, formadas por proteína de zeína y quitosano (chitosan). Las fibras se obtienen mediante electrospinning. Estas fibras "atrapan" en su interior ácido trifluoroacético (TFA) y debido a sus componentes, tienen propiedades antimicrobianas, por lo que se propone su uso en la industria alimentaria, farmacéutica y biomédica.

El documento D02 divulga fibras de gluten de trigo con distintos aditivos tiolados, obtenidas mediante electrospinning.

El documento D03 divulga la encapsulación de antioxidantes como el β -caroteno en micro- y nano-fibras de prolamina de zeína, obtenidas mediante electrospinning. Este método se propone como una tecnología capaz de producir biopolímeros en forma de micro- y nano-fibras con un valor añadido, por lo que se propone su uso en alimentación.

Ninguno de los documentos citados (D01-D03), tomados solos o en combinación, revelan la invención definida en las reivindicaciones 1-24. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia hacia la invención definida por dichas reivindicaciones. Por lo tanto, el objeto de invención según se recoge en las reivindicaciones 1-24 cumple con el requisito de novedad e implica actividad inventiva (art. 6.1 y 8.1 Ley 11/1986 de Patentes).