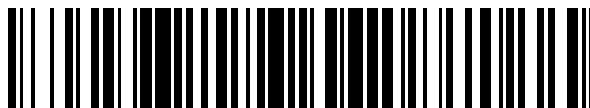


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 499**

21 Número de solicitud: 202030957

51 Int. Cl.:

**A23L 7/157** (2006.01)  
**A23P 20/10** (2006.01)  
**A23L 33/115** (2006.01)  
**A21D 13/068** (2007.01)  
**A21D 13/22** (2007.01)  
**A23D 9/06** (2006.01)  
**A23P 20/20** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**22.09.2020**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**27.10.2020**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**28.10.2020**

Fecha de concesión:

**04.03.2021**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**11.03.2021**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA  
(100.0%)  
Ed. "La Milagrosa" Plaza Cronista Isidoro  
Valverde, s/  
30202 CARTAGENA (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**BARÓN YUSTY, Marta;  
LÓPEZ GÓMEZ, Antonio;  
MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, Ginés Benito y  
ROS CHUMILLAS, María**

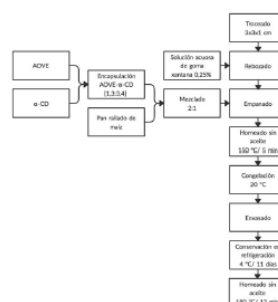
74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

54 Título: **Procedimiento de elaboración de productos empanados con aceite de oliva encapsulado**

57 Resumen:

Procedimiento de elaboración de productos empanados con aceite de oliva encapsulado. Composición de pan rallado para la elaboración de alimentos empanados refrigerados o congelados, que comprende aceite de oliva virgen extra encapsulado (AOVE) en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), en una proporción en peso del 10-50%; y pan rallado, en una proporción en peso del 50-90%; donde el aceite de oliva virgen extra se encuentra encapsulado molecularmente en las alfa-ciclodextrinas, formando un complejo de inclusión; procedimiento para la elaboración de una composición de pan rallado que comprende una primera etapa de encapsulación del aceite de oliva virgen extra en alfa-ciclodextrinas, y una segunda etapa de mezcla del aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrinas con el pan rallado; y procedimiento para la elaboración de alimentos empanados con dicha composición de pan rallado donde el precocinado y cocinado final se llevan a cabo mediante horneado con aire caliente evitando freír el producto con aceite.



**FIG.4**

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.  
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de elaboración de productos empanados con aceite de oliva encapsulado

### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con el campo de la tecnología de elaboración de alimentos precocinados empanados, refrigerados y/o congelados, que se prefieren normalmente en aceite, ya que propone una nueva composición y un nuevo método de elaboración del pan rallado con el que se pueden fabricar estos productos refrigerados y/o congelados que permite reducir en más de un 80% su contenido en grasa. Concretamente esta invención se refiere a una nueva tecnología de elaboración de pan rallado, para la fabricación de alimentos empanados con ingredientes de carne, pescado, verduras, frutas y frutos secos, con bechamel, o con otros tipos de salsas o masas, y que tienen una cobertura o recubrimiento a base de pan rallado.

Esta invención propone la elaboración de un pan rallado que posee un ingrediente esencial: el aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrina. Pero, también, esta invención está relacionada con el campo de la elaboración de los alimentos empanados, porque propone un nuevo método de elaboración de estos productos que evita la prefritura en aceite caliente, de forma que se puede llevar a cabo mediante horneado con aire caliente a 150 – 220 °C.

Con esta invención se logran características sensoriales similares al producto empanado que ha sido preparado mediante fritura en aceite a 180 °C, pero sin utilizar aceite, y se mejoran las características saludables y nutritivas del producto empanado, porque su contenido en grasa (aceite) se puede reducir en más de un 80%. De este modo, se añade al producto empanado una cantidad mínima de aceite, la mínima y estrictamente necesaria para conseguir unas adecuadas características sensoriales durante su consumo. Además, el nuevo procedimiento de elaboración de alimentos precocinados empanados que propone esta invención da lugar a un producto de mayor seguridad alimentaria y mayor vida útil (porque el aceite de oliva virgen extra encapsulado actúa como un agente antimicrobiano conservante natural), si se compara con cualquiera de los productos empanados fritos u horneados elaborados con otros procedimientos conocidos.

35

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las croquetas y los productos empanados refrigerados y congelados constituyen platos preparados que facilitan enormemente su preparación antes de su consumo, ya que generalmente se cocinan rápidamente en unos minutos mediante fritura en aceite. En este proceso, la temperatura alta del aceite (alrededor de 180 °C) permite una rápida transferencia de calor y un corto período de cocción que le da al producto unas apreciadas características sensoriales, como color, sabor, aroma, textura y apariencia. Los productos se cocinan rápidamente, adquiriendo una textura crujiente, un color dorado y un buen sabor. El empanado juega un papel muy importante en la protección de los productos cárnicos empanados, como los escalopes, nuggests, croquetas, sanjacobos, etc. El empanado protege estos productos frente a los efectos adversos del proceso de fritura por inmersión en aceite a 180 °C, pero, además, contribuye a que el producto empanado adquiera una textura característica que no se consigue si el producto se fríe o se hornea directamente sin empanado.

Sin embargo, el producto elaborado mediante fritura en aceite normalmente absorbe mucho aceite durante la fritura, aumentando de forma significativa su contenido en grasa, por lo que su consumo se asocia con la obesidad y problemas de salud. En efecto, el proceso de fritura por inmersión en aceite hirviendo aumenta de forma importante la absorción de aceite (que puede significar un incremento de más de un 40% en el contenido en grasa del producto empanado), dando lugar a productos grasos y empachosos. Este aumento excesivo del contenido en grasa de los productos fritos afecta negativamente la calidad del producto (que puede ser demasiado aceitoso y empachoso), así como la salud y la aceptación del consumidor. Por ello, se ha trabajado bastante en investigación de distintos materiales de recubrimiento del producto (antes o después de empanado) para conseguir un efecto barrera eficaz contra la salida de humedad durante la fritura, y la entrada de aceite en el producto empanado preparado mediante fritura. Se han propuesto distintas patentes que implican también la reformulación de los productos y del pan rallado, pero como mucho consiguen una reducción del orden del 50-65 % del aceite absorbido durante la fritura del producto empanado, tal como lo indican, por ejemplo, la Patente ES2440092B1, de López-Gómez *et al* (2014), y el trabajo publicado por Soto-Jover *et al* (2016) (Artículo titulado “*Texture, Oil Adsorption and Safety of the European Style Croquettes Manufactured at Industrial Scale*”, publicado en Food Engineering Reviews, vol 8(Núm 2), pp 181-200).

Las ciclodextrinas (CDs) provienen de la degradación enzimática del almidón y son

- oligosacáridos de estructura cíclica que pueden estar formados por 6, 7 u 8 unidades de glucopiranosas, denominándose  $\alpha$ -CDs,  $\beta$ -CDs y  $\gamma$ -CDs, respectivamente. Tienen forma de cono truncado con una cavidad cónica de 0,78 nm de profundidad mientras que sus diámetros aumentan con el número de unidades de glucosa. Estas CDs denominadas “CDs nativas o de primera generación” pueden modificarse enzimática o químicamente para la obtención de “CDs modificadas”. Sin embargo, solo las CDs nativas están aprobadas por las autoridades para adicionarse a alimentos. En efecto, las ciclodextrinas (CDs) son sustancias GRAS “generalmente reconocidas como seguras” por la FDA (Food and Drug Administration de los Estados Unidos de América). Las  $\alpha$ -CD y las  $\gamma$ -CD están autorizadas como nuevos alimentos y se deben indicar en el etiquetado de los productos alimenticios que lo contengan (según el Diario Oficial de la UE 2017/2470). Además, las alfa-ciclodextrinas están autorizadas para ser utilizadas como ingrediente alimentario, como fibra alimentaria (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008/413/EC). La  $\alpha$ -CD es denominada como E457.
- Entre las características de las CDs destaca la capacidad de hospedar, en su cavidad interna hidrofóbica y lipofílica, a una gran variedad de compuestos por un fenómeno de complejación molecular hospedador-huésped, formando lo que se denomina un complejo de inclusión. El compuesto incluido en las CDs ha de ser compatible con el tamaño de cavidad del compuesto que encierra espacialmente al otro. No obstante, cuando la molécula huésped es más grande que la cavidad interna del hospedador existe la posibilidad de que ciertos grupos o cadenas laterales penetren en la cavidad interna de las CDs. El complejo de inclusión formado proporciona protección contra el oxígeno, la luz y la temperatura. Debido a estas propiedades, las CDs se utilizan en muchos productos alimentarios y procesos, e incluso en sistemas de envasado activo de alimentos, en la industria alimentaria. Principalmente se usan para encapsular compuestos lipídicos, aceites esenciales, vitaminas, colorantes, etc. (según se indica en el artículo científico titulado “*Active cardboard box with a coating including essential oils entrapped within cyclodextrins and/or halloysite nanotubes. A case study for fresh tomato storage*”, publicado en Food Control, Núm 107, pp 106763, de Buendía-Moreno *et al*, 2020). Sin embargo, en la revisión bibliográfica y de patentes no se encuentra actualmente ninguna publicación que analice el interés de la encapsulación del aceite de oliva virgen extra en  $\alpha$ -ciclodextrinas, y proponga su utilización en la elaboración de alimentos empanados. No obstante, sí existen diferentes patentes y trabajos de investigación que proponen el uso de  $\alpha$ -ciclodextrinas en alimentos, como los que se indican a continuación.
- En la Patente de título “CYCLODEXTRIN-CONTAINING COMPOSITION AND METHODS”

(WO2004080207A1), se propone la incorporación de  $\alpha$ -ciclodextrinas en alimentos para mejorar la estabilidad del sabor. Por ejemplo, si se adiciona  $\alpha$ -ciclodextrinas a un producto a base de cereales se nota una mejora en el sabor tostado de los granos.

5 En el trabajo científico titulado *“Bioactive composition and sensory evaluation of innovative spaghetti supplemented with free or  $\alpha$ -cyclodextrin chlorinated pumpkin oil extracted by supercritical CO<sub>2</sub>”*, publicado en Food chemistry, Núm 294, pp 112-122, de Durante *et al* (2019), se propone la suplementación de espaguetis con  $\alpha$ -ciclodextrinas formando un complejo de inclusión con aceite de calabaza para mejora de su valor nutracéutico  
10 (composición bioactiva).

En la Patente de título “FRY FOOD COATING MATERIAL” (patente JP2008237120A), se propone la adición de ciclodextrinas, sin especificar qué tipo de ciclodextrinas son las más adecuadas, y añadidas en la proporción del 0.03 a 2 %, para eliminar el mal sabor que puede  
15 tener la proteína de soja añadida en el material de recubrimiento de un alimento frito.

En la patente titulada “COATING MATERIAL FOR MICROWAVE COOKING DEEP-FRIED FOOD, DEEP-FRIED FOOD FOR MICROWAVE COOKING, COATING MATERIAL FOR DEEP-FRIED FOOD, AND DEEP-FRIED FOOD (Patente JP2005034083A) se propone un  
20 recubrimiento para productos que se cocinan en microondas o mediante fritura en aceite, donde el componente esencial es la ciclodextrina, con el objeto de mejorar el carácter crujiente del producto refrigerado o congelado cuando se prepara frito o en microondas, pero no se relaciona con el aceite encapsulado que pudiera añadirse al producto empanado para evitar el proceso de fritura en aceite en su preparación, o para reducir la absorción de aceite, porque  
25 se refiere sobre todo a productos que han sido prefritos en aceite y se terminan de preparar en horno microondas antes de su consumo. Además, esta patente propone que la adición de las ciclodextrinas en el recubrimiento sea en una proporción en peso del 3-50% respecto del peso del pan rallado, por ejemplo, preferiblemente del 5-40%, pero no propone que estas ciclodextrinas estén en la forma de complejo de inclusión con el aceite de oliva. En efecto, en  
30 esta invención no se describe ni sugiere la utilización de aceite de oliva encapsulado con ciclodextrina, ni se realiza la fritura por medio de aire caliente, sino que se realiza por medio de microondas.

Otras patentes han sido propuestas para estabilizar, por medio de ciclodextrinas, aceites  
35 vegetales que contienen ácidos grasos poliinsaturados, como, por ejemplo, la patente de título

“Process for stabilizing and dispersing vegetable oils which contain polyunsaturated fatty acid radicals by means of gamma–cyclodextrin” (Patente US6025510A). Pero, la mayoría de ellas están orientadas a reducir la oxidación de estos aceites, y a su aplicación en cosméticos y productos farmacéuticos. Ninguna patente se refiere a la encapsulación del aceite de oliva virgen extra con  $\alpha$ -CD, ni a su aplicación para obtener productos empanados más saludables que se pueden elaborar sin utilizar la fritura con aceite. Incluso, el trabajo de revisión realizado por los autores Li, Z., Chen, S., Gu, Z., Chen, J., & Wu, J. (en 2014), titulado “Alpha-cyclodextrin: Enzymatic production and food applications”, y publicado en la revista internacional Trends in Food Science & Technology (vol. 35(Número 2), páginas 151-160), tampoco se refiere al uso de las  $\alpha$ -CD en la encapsulación de aceite de oliva, ni a su aplicación en la elaboración de alimentos empanados fritos o elaborados sin fritura en aceite.

Desde tiempos remotos, el aceite de oliva obtenido del fruto del olivo (*Olea europea*) se ha utilizado ampliamente en la elaboración de alimentos, especialmente en los países mediterráneos, aunque hoy en día se utiliza en todo el mundo. Según el Reglamento (CE) no 1513/ 2001 del Consejo de 23 de julio de 2001 (Art. 35), las categorías de aceite de oliva se denominan conforme a sus características fisicoquímicas y organolépticas. Así, se define el aceite de oliva virgen (AOVE) como *aceite obtenido a partir del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos, en condiciones que no ocasionen la alteración del aceite, y que no hayan sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, la decantación, el centrifugado y la filtración, con exclusión de los aceites obtenidos mediante disolvente, mediante coadyuvante de acción química o bioquímica, o por procedimiento de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza*. Además, se distingue entre el aceite de oliva virgen extra (AOVE), y el aceite de oliva virgen (AOV) por sus características fisicoquímicas que están detalladas en el Reglamento (CE) No 702/2007 de la Comisión, de 21 de junio de 2007.

Los efectos beneficiosos del aceite de oliva, tanto nutricionales como medicinales, son abundantes, y con frecuencia se van descubriendo nuevas propiedades positivas para la salud. Debido a estas propiedades, y a sus características sensoriales, la UNESCO inscribió en 2010 a este aceite vegetal, un elemento clave de la dieta mediterránea, en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.

En distintos trabajos de investigación se ha puesto de manifiesto el carácter antimicrobiano del aceite de oliva virgen extra, debido sobre todo a su composición en compuesto fenólicos

(como el titulado “*Comparison of the concentrations of phenolic compounds in olive oils and other plant oils: correlation with antimicrobial activity*”, publicado en J Agric Food Chem, Núm 54, pp 4954-4961” de Medina *et al*, 2006; el titulado “*Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil*”, publicado en Current opinion in biotechnology, Vol 23(Núm 2), pp 129-135.” de Cicerale *et al*, 2012; y el titulado “*Antibacterial Activity of Three Extra Virgin Olive Oils of the Campania Region, Southern Italy, Related to Their Polyphenol Content and Composition*”, publicado en Microorganisms, Vol 7(Núm 9), pág 321” de Nazzaro *et al*, 2019). Sin embargo, no existen trabajos de investigación sobre el efecto antimicrobiano del AOVE encapsulado en  $\alpha$ -ciclodextrinas, ni patentes que propongan el uso de AOVE encapsulado en la formulación del pan rallado para la elaboración de alimentos empanados.

En el documento JPH09224601A se divulga un pan rallado que se utiliza como revestimiento para productos fritos, con el que se consigue una excelente estabilidad y que se mantenga crujiente incluso en productos descongelados cocinados en microondas. Este pan rallado se produce a partir de una premezcla compuesta por varios tipos de harina de trigo, almidón en polvo, harina de cereales, fibra y sacáridos adicionales, grasas, productos lácteos, proteínas, potenciadores de sabor, aminoácidos, antioxidantes, colorantes, y componentes adicionales. Dicha premezcla se mezcla con agua, se fríe, se desgrasa y se enfría. Pero en esta patente se precisa que el producto sea frito en aceite. Sin embargo, en la presente solicitud se evita el tener que freír el producto.

También es conocido lo divulgado en el documento WO9836649A1, en el que se describe una mezcla de pan rallado granulado usado como revestimiento de alimentos, que se fabrican sin freír, formando un producto que se asemeja en color a los productos empanados fritos. El procedimiento de fabricación de este pan rallado consiste en mezclar agua con harinas y otros ingredientes de panificación, y con un aceite vegetal hidrogenado o no hidrogenado, formando una masa que se fríe y después se muele para obtener el pan rallado. Además, se añade un colorante para proporcionar el color de frito. Este antecedente no hace referencia a la utilización de aceite de oliva, ni específicamente AOVE, y está destinado a elaborar productos empanados que se cocinan en microondas.

Por todo lo anterior, esta invención propone fabricar el pan rallado, para la fabricación de alimentos empanados, con un ingrediente esencial: el aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrina, que se incorpora al pan rallado con el que se realiza el empanado

correspondiente. De esta manera, la prefritura y la fritura del producto empanado refrigerado o congelado se puede llevar a cabo mediante horneado con aire caliente a 150 – 220 °C, evitando la prefritura y la fritura final (antes de servir al consumidor) en aceite. Con esta invención, sorprendentemente, se logran características sensoriales similares al producto empanado que ha sido preparado mediante fritura en aceite a 180 °C, pero sin utilizar aceite hirviendo en su preparación, y se mejoran las características saludables y nutritivas del producto empanado, porque su contenido en grasa (aceite) se puede reducir en más de un 80%, y aumenta su contenido en fibra por el uso de las  $\alpha$ -ciclodextrinas. Esta invención consigue que se añada al producto empanado una cantidad mínima de aceite (que está además encapsulado), la mínima y estrictamente necesaria para conseguir unas adecuadas características sensoriales durante su consumo. El aceite de oliva virgen extra, al estar encapsulado, sufre menos oxidación y enranciamiento durante la conservación del producto empanado congelado o refrigerado, y la sensación en boca no es de un aceite libre, por lo que se disminuye considerablemente el carácter sensorial “aceitoso” y “empachoso” del producto empanado. Esta sensación de producto aceitoso y empachoso en boca se tiene cuando el aceite está en estado libre en el producto empanado y en cantidades que saturan las papilas gustativas o receptores gustativos de la lengua. El aceite está en estado libre cuando el aceite es simplemente mezclado con el pan rallado o cuando el aceite es adsorbido durante la fritura en aceite del producto empanado. Cuando el aceite de oliva está encapsulado en alfa-ciclodextrinas y se mezcla adecuadamente con el pan rallado en la elaboración de un producto empanado horneado, sorprendentemente la liberación del aceite de oliva en boca es progresiva y controlada.

Según el artículo titulado “*Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review*”, publicado en Trends in Food Science & Technology, Núm 86, pp 230-251, de Saifullah et al (2019), la liberación del huésped del complejo de inclusión tiene lugar según un mecanismo de hinchamiento. La alfa-ciclodextrina se hincha o deforma debido a la absorción de agua del medio. Por ejemplo, cuando se mastica en boca un producto empanado con pan rallado objeto de esta invención, el aceite encapsulado que incorpora el pan rallado se encuentra con la saliva que es un medio acuoso y la ciclodextrina se hincha. De esta manera, el aceite de oliva se iría liberando paulatinamente en la boca desde el complejo de inclusión que formaría con la alfa-ciclodextrina.

Así, el pan rallado objeto de esta invención controla la cantidad de aceite libre presente en boca para que sea relativamente pequeña durante el tiempo de masticación, y no se genere



la sensación de producto aceitoso o empachoso al consumir el producto empanado. Esta sensación aceitosa del producto se tiene normalmente cuando se come un producto empanado frito tradicional con elevado contenido de aceite libre que procede del aceite de fritura. Si se elabora el producto empanado con pan rallado que se ha mezclado simplemente  
5 con aceite líquido (aceite en estado libre), el producto empanado generará también en boca la sensación de aceitosidad o de producto empachoso porque todo el aceite estará en estado libre o líquido.

El procedimiento de elaboración de alimentos empanados que propone esta invención da  
10 lugar además a un producto de mayor seguridad alimentaria y mayor vida útil (porque el aceite de oliva virgen extra encapsulado actúa como un sorprendente agente antimicrobiano conservante natural), si se compara con cualquiera de los productos empanados fritos u horneados elaborados con otros procedimientos conocidos.

Teniendo en cuenta el estado de la técnica, hay un problema técnico que subyace de fabricar un pan rallado que permita la prefritura y fritura de productos empanados refrigerados o congelados mediante horneado con aire caliente, y donde se evita el tener que freír el producto con aceite o medios convencionales. Para solucionar este problema, la invención se basa en la aplicación de aceite de oliva virgen extra (AOVE) encapsulado en ciclodextrinas al pan  
20 rallado. Con la presente invención se obtiene un producto empanado con un contenido en grasa reducido en más del 80% y que sufre menos oxidación y enranciamiento durante su conservación.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención propone fabricar un pan rallado con un ingrediente esencial: el aceite de oliva virgen extra (AOVE) encapsulado en alfa-ciclodextrina que se incorpora como ingrediente en el pan rallado con el que se realiza el empanado de los alimentos empanados. De esta manera, la prefritura y la fritura del producto empanado refrigerado y/o congelado se  
30 puede llevar a cabo mediante horneado con aire caliente (a 150 – 220 °C, por ejemplo), evitando la prefritura y la fritura final en aceite antes de servir el producto empanado al consumidor.

Con esta invención se logran características sensoriales similares al producto empanado que  
35 ha sido preparado mediante fritura en aceite a 180 °C, pero sin utilizar aceite, y se mejoran

- las características saludables y nutritivas del producto empanado, porque su contenido en grasa (aceite) se puede reducir en más de un 80%, y viene enriquecido en fibra (por la adición de  $\alpha$ -ciclodextrinas, que son fibra soluble), y en los compuestos nutraceuticos que aporta el AOVE. De este modo, se añade al producto empanado una cantidad mínima de aceite, solo
- 5 la estrictamente necesaria para conseguir unas adecuadas características sensoriales durante su consumo. El aceite de oliva virgen extra, al estar encapsulado en  $\alpha$ -ciclodextrinas, sufre menos oxidación y enranciamiento durante la conservación del producto empanado congelado o refrigerado.
- 10 Además, el procedimiento que propone esta invención da lugar a un producto de mayor seguridad alimentaria y mayor vida útil (porque el aceite de oliva virgen extra encapsulado actúa como un agente antimicrobiano conservante natural), si se compara con cualquiera de los productos empanados fritos u horneados elaborados con otros procedimientos conocidos.
- 15 La presente invención, en un primer aspecto, se refiere a una composición del pan rallado, para la elaboración de alimentos empanados refrigerados y/o congelados, que comprende:
- Aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), en una proporción en peso del 10-50 %;
  - Pan rallado, en una proporción en peso del 50-90 %;
- 20 donde el aceite de oliva virgen extra se encuentra encapsulado molecularmente en las alfa-ciclodextrinas, según una proporción en peso de 1,0 : 3,4 a 1,4 : 3,4, preferentemente 1,0 : 3,4 a 1,3 : 3,4 (aceite de oliva virgen extra : alfa-ciclodextrinas), formando un complejo de inclusión.
- 25 En una realización particular, la composición de la presente invención comprende:
- Aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), en una proporción en peso del 20-40 %
  - Pan rallado, en una proporción en peso del 60-80 %
- 30 En otra realización particular, el pan rallado está elaborado con harina de cualquier cereal, como maíz, trigo, o arroz, centeno, avena, o cebada, o una mezcla de harinas de distintos cereales, siendo harinas blancas o harinas integrales, o una mezcla de ambos tipos, y que pueden incluir harina de una o varias leguminosas, como soja, garbanzo o guisante.
- 35 En otra realización particular, el pan rallado puede contener uno o varios aditivos, que

incluyen, entre otros, dextrosa, colorantes, trozos de cereal, maltodextrinas, goma xantana, goma arábica, aceites vegetales, proteínas lácteas, aromas, y/o sal.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la elaboración del pan rallado objeto de la presente invención.

En una realización particular, el procedimiento para la elaboración del pan rallado de la presente invención, comprende una primera etapa de encapsulación del aceite de oliva virgen extra (AOVE) en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), y una segunda etapa de mezcla del AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs con el pan rallado.

La etapa de encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CDs se puede hacer mediante cualquiera de los métodos conocidos de encapsulación molecular, para conseguir un complejo de inclusión que se puede denominar AOVE+ $\alpha$ -CDs. Para ello, se utilizan las proporciones AOVE: $\alpha$ -CDs de 1,0 : 3,4 a 1,4 : 3,4, preferentemente 1,0 : 3,4 a 1,0 : 2,7 (en peso).

La etapa de mezcla del AOVE+ $\alpha$ -CDs con el pan rallado se lleva a cabo en la proporción 1:1,5 a 1:6, preferentemente en la proporción 1:2 a 1:4 (AOVE+ $\alpha$ -CDs : pan rallado, en peso), utilizando cualquiera de los métodos de mezcla conocidos para productos granulares.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la elaboración de un alimento empanado utilizando el pan rallado previamente indicado.

En una realización particular, el alimento empanado se refiere a las croquetas, los filetes de carne y pescado empanado, y los productos cárnicos empanados como los nuggets, y los productos empanados a base de pescado como es el caso, por ejemplo, de los palitos de merluza o palitos de otro tipo de pescado o marisco.

En otra realización particular, el alimento empanado se fabrica realizando la operación de empanado con el pan rallado objeto de esta invención con cualquiera de los métodos conocidos de realización de la citada operación de empanado o recubrimiento del producto con el pan rallado, aplicando previamente, o no, un ligante (a base de hidrocoloides o con cualquier otra composición conocida) como recubrimiento del producto para que se adhiera mejor el pan rallado que se aplica posteriormente, y donde el ligante puede estar compuesto por una mezcla de agua con al menos otro componente seleccionado de entre harina, sal,

hidrocoloides, proteínas, condimentos, leche, y huevo.

La presente invención presenta la ventaja técnica de que el alimento empanado precocinado se fabrica sin realizar la prefritura y la fritura de acabado del producto (para su consumo) mediante baño en aceite caliente (por ejemplo, entre 150 y 220 °C), sino que el precocinado y el cocinado final (para su consumo) se lleva a cabo mediante horneado con aire caliente (entre 150 °C y 220 °C).

Con esta invención se logran características sensoriales similares al producto empanado que ha sido preparado mediante fritura en aceite a 180 °C, pero sin utilizar aceite, y se mejoran las características saludables y nutritivas del producto empanado, porque su contenido en grasa (aceite) se puede reducir en más de un 80%, y viene enriquecido en fibra (por la adición de  $\alpha$ -ciclodextrinas, que son fibra soluble), y en los compuestos nutracéuticos que aporta el AOVE. De este modo, se añade al producto empanado una cantidad mínima de aceite, la mínima y estrictamente necesaria para conseguir unas adecuadas características sensoriales durante su consumo. El aceite de oliva virgen extra, al estar encapsulado en  $\alpha$ -ciclodextrinas, sufre menos oxidación y enranciamiento durante la conservación del producto empanado congelado o refrigerado.

Además, el procedimiento que propone esta invención da lugar a un producto de mayor seguridad alimentaria y mayor vida útil (porque el aceite de oliva virgen extra encapsulado actúa como un agente antimicrobiano conservante natural), si se compara con cualquiera de los productos empanados fritos u horneados elaborados con otros procedimientos conocidos.

Se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, una serie de gráficas con carácter ilustrativo y no limitativo, representando lo siguiente:

**Figura 1.-** Análisis en DSC (Differential Scanning Calorimetry; Calorimetría Diferencial de Barrido) para determinación de la efectividad de encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CD (complejo AOVE- $\alpha$ -CDs (línea con traza discontinua) y  $\alpha$ -CDs solas (línea con traza continua)).

5 **Figura 2.-** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos empanados refrigerados según el sistema tradicional actual de elaboración (que se denomina en el texto como “control frito”), utilizando, por ejemplo, pan rallado de maíz, y una solución de goma xantana como encolante (también denominado ligante).

10 **Figura 3.-** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos empanados refrigerados según el sistema conocido de fritura sin aceite, que se lleva a cabo mediante horneado (que se denomina en el texto como “control”), utilizando, por ejemplo, pan rallado de maíz, y una solución de goma xantana como encolante.

15 **Figura 4.-** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de productos empanados refrigerados según la Nueva Tecnología que propone esta invención, con el uso de pan rallado que contiene AOVE encapsulado en alfa-ciclodextrinas (que se denomina en el texto como “Nueva tecnología”), utilizando, por ejemplo, pan rallado de maíz, y una solución de goma xantana como encolante.

20 **Figura 5.-** Aspecto del producto cárnico empanado utilizando: (a) pan rallado con AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs [ratio 1,3:3,4 de AOVE: $\alpha$ -CDs] y horneado con aire caliente (Nueva tecnología) y (b) siguiendo el proceso tradicional (Control Frito); y donde se ven las imágenes del producto antes y después del horneado final.

25 **Figura 6.-** Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos Totales (AMT) (expresado como Log UFC/g de producto) en cada uno de los ingredientes utilizados para la elaboración de los nuggets de pechuga de pollo.

30 **Figura 7.-** Evolución del recuento de microorganismos Aerobios Mesófilos Totales (AMT) (expresado como Log UFC/g de producto) a lo largo de la vida útil del producto empanado (nuggets de pechuga de pollo) elaborado con la “Nueva tecnología” (curva de trazos); la tecnología de “control frito” (curva de puntos), y con la tecnología “control” (curva continua).

35 **Figura 8.-** Evolución del recuento de Enterobacterias (expresado como Log UFC/g de

producto) a lo largo de la vida útil del producto empanado (nuggets de pechuga de pollo) elaborado con la “Nueva tecnología” (curva de trazos); la tecnología de “control frito” (curva de puntos), y con la tecnología “control” (curva continua).

- 5 **Figura 9.-** Contenidos en grasa total, aceite absorbido durante la fritura (o aceite añadido encapsulado, en el caso de usar la Nueva Tecnología), y grasa intrínseca (expresados en g / 100 g de producto) de los nuggets de pollo elaborados utilizando la nueva tecnología (usando AOVE encapsulado en alfa-ciclodextrinas), y usando el procedimiento tradicional con prefritura en aceite y terminación del producto mediante horneado con aire caliente a 180 °C  
10 (indicado como “Control frito”).

## DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se recoge un ejemplo, como modo no exclusivo, de realización de la invención.

15

### Encapsulación del AOVE en $\alpha$ -CDs

- El proceso de encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CDs se realizó mediante la técnica de mezcla física o amasado en base al método descrito por Mourtzinou *et al* (2007) en el artículo titulado  
20 “*Encapsulation of Olive Leaf Extract in  $\beta$ -Cyclodextrin*”, y publicado en Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol 55(Núm 20), pp 8088-8094, con algunas modificaciones. Con el fin de obtener una mezcla homogénea, el proceso de mezclado se llevó a cabo durante 45 minutos. Se analizaron dos proporciones de encapsulación del AOVE (aceite de oliva virgen extra de la marca Hacendado, Mercadona, España) en las  $\alpha$ -CDs (suministradas por Wacker, EEUU): (1) según una relación molar 1:1 entre el ácido oleico (PM 282,47 g/mol) y las  $\alpha$ -CDs (PM 972,84 g/mol) (resultando en una proporción AOVE :  $\alpha$ -CDs de 1:3,4 en peso), y (2)  
25 considerando una proporción de AOVE ligeramente mayor (resultando en una proporción AOVE :  $\alpha$ -CDs de 1,3:3,4 en peso). Después de realizar un análisis sensorial, se seleccionó la proporción AOVE :  $\alpha$ -CDs de 1,3:3,4 en peso, para la aplicación de este AOVE encapsulado  
30 en  $\alpha$ -CDs en la elaboración de nuggets de pechuga de pollo.

- La eficacia de la encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CDs (en la proporción 1,3:3,4 en peso) se llevó a cabo mediante microcalorimetría diferencial de barrido (en un equipo microcalorímetro DSC 822e Mettler-Toledo GmbH, Schwerzenbach, Suiza). Para ello, se colocaron 10 mg de  
35 muestra (de AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs) prensada en crisoles de aluminio abiertos de 100

μL de capacidad. Las muestras se calentaron desde 25 °C a 250 °C con una velocidad de calentamiento de 10 °C min<sup>-1</sup> en una atmósfera de nitrógeno con una velocidad de flujo de 50 mL min<sup>-1</sup>. Se obtuvieron termogramas para las α-CDs solas y el complejo de inclusión AOVE+α-CDs con una proporción de 1,3:3,4 en peso.

5

La **Figura 1** muestra los resultados obtenidos por DSC para las α-CDs solas y para el complejo de inclusión AOVE+α-CDs (en proporción 1,3:3,4). El termograma DSC de la alfa-ciclodextrina sola muestra picos endotérmicos débiles a 85 °C y 135 °C y un pico endotérmico agudo a 180 °C (curva de traza continua), representando la evaporación del agua ocluida en las moléculas de la alfa-ciclodextrina. Este último pico agudo desaparece en la curva DSC del complejo AOVE+α-CDs (curva de traza discontinua), confirmándose por lo tanto una buena encapsulación del AOVE en las α-CDs. En efecto, los resultados de este ensayo están en concordancia con los trabajos publicados en el artículo titulado “*Characterization, phase solubility and molecular modeling of α-cyclodextrin/pyrimethamine inclusion complex*”, publicado en Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Vol 72(Núm 1), pp 165-170, realizado por Araujo *et al* (2009) y el titulado “*Encapsulation of ethylene gas into α-cyclodextrin and characterisation of the inclusion complexes*”, Publicado en Food Chemistry, Vol 127(Núm 2), pp 572-580, de Ho *et al* (2011), los cuales obtienen picos endotérmicos para α-CDs puras a 83 °C, 114 °C y 143 °C, y ~70-85 °C, ~110-125 °C y ~130-170 °C, respectivamente. Ambas investigaciones asocian los picos endotérmicos a la liberación de agua superficial (pico débil) y fuertemente retenida (pico agudo), que se corresponden con diferentes niveles de energía de interacción molecular. A su vez, Ho *et al* (2011) demostraron la eficacia del complejo de inclusión etileno+α-CDs en la región de 100-180 °C al no mostrarse picos endotérmicos en el termograma DSC del complejo de inclusión. En nuestros ensayos la curva DSC del complejo AOVE+α-CDs muestra un pico significativamente reducido alrededor de 180 °C, lo que podría ser la evidencia indirecta del reemplazo del agua por AOVE en las moléculas de α-CDs debido a la formación del complejo de inclusión AOVE+α-CDs.

### 30 Mezcla del complejo AOVE+α-CDs en el pan rallado

El complejo AOVE+α-CDs se mezcló con pan rallado de maíz comercial (tipo PRZ 3000, suministrado por la empresa Molendum Ingredients S.L., España), cuyos ingredientes son harina de maíz, dextrosa y sal, en la proporción AOVE+α-CDs : pan rallado de 1:2. La mezcla se llevó a cabo en una mezcladora marca MAINCA (mod. RM-20, suministrada por la empresa

35

Equipamientos Cárnicos S.L., Barcelona, España) durante 10 min.

#### Elaboración del producto empanado

5 Se realizaron tres grupos de 60 piezas de carne obtenidas de pechuga de pollo. Cada pieza de carne de pollo tenía unas dimensiones de 3x3x1 cm (obteniendo un total de 180 piezas). Cada uno de estos tres grupos de piezas de carne sufrió un proceso diferente de elaboración del producto empanado (nuggets de pollo) (siguiendo los diagramas de flujo que se exponen en las **Figuras 2, 3, y 4**): (1) según el sistema de elaboración actual de productos cárnicos empanados con prefritura por inmersión en aceite a unos 180 °C (producto denominado “control frito”) (**Figura 2**), (2) realizando la prefritura mediante horneado con aire caliente a 150 °C durante 5 min (producto denominado “control”, y sin adición de AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs al pan rallado (**Figura 3**); y, (3) realizando la prefritura mediante horneado con aire caliente a 150 °C y realizando el empanado con pan rallado de maíz que contiene AOVE+ $\alpha$ -CDs (producto denominado “nueva tecnología”; **Figura 4**).

El producto “control frito” sufrió el empanado con pan rallado de maíz (el mismo que se utilizó para los demás productos empanados). Antes se le aplicó un recubrimiento de encolante (solución acuosa de goma xantana al 0,25 %). La prefritura de este producto se llevó a cabo en un baño de aceite de girasol a 180 °C en una freidora (modelo Taurus Professional 2) durante 30 s.

El producto “Control” sufrió la operación de empanado con el mismo tipo de pan rallado de maíz mencionado anteriormente. Antes se le aplicó un recubrimiento de ligante o encolante (solución acuosa de goma xantana al 0,25 %). La prefritura se llevó a cabo sin aceite y con aire caliente, realizándola en una “freidora sin aceite” Tefal FX100015 (Francia) con aire caliente a 150 °C y durante 5 minutos.

El producto empanado denominado “Nueva tecnología” sufrió el empanado con pan rallado de maíz (el citado anteriormente) mezclado con complejo AOVE+ $\alpha$ -CD, en proporción 2:1 (pan rallado de maíz : complejo AOVE+ $\alpha$ -CD, en peso). El AOVE encapsulado utilizado es el complejo de inclusión citado anteriormente, obtenido según la proporción AOVE: $\alpha$ -CD de 1,3:3,4 (en peso). Antes del empanado se le aplicó un recubrimiento de ligante (solución acuosa de goma xantana al 0,25 %) a los trozos de pechuga de pollo, que fueron empanados posteriormente, y horneados en una “freidora sin aceite” Tefal FX100015 (Francia) con aire



caliente a 150 °C durante 5 minutos.

Los nuggets precocinados obtenidos según las tres tecnologías descritas anteriormente, se envasaron en bolsas de congelación y se congelaron a -20 °C. Tras 2 días de conservación congelada a esta temperatura de -20 °C, se envasaron en estado congelado y en atmósfera modificada (AM, 70% N<sub>2</sub> y 30% CO<sub>2</sub>), en barquetas de polipropileno selladas con film multicapa Cryovac® EOP616B film (Cryovac; Fuenlabrada, España) y se conservaron en refrigeración a 4 °C, manteniéndose en estas condiciones de conservación refrigerada durante 11 días para llevar a cabo el estudio de su vida útil. Los días 1, 3, 5, 8 y 11 se tomaron muestras de nuggets refrigerados, evaluando distintos parámetros: microbiología, contenido de grasa y aceptación sensorial. Según el parámetro evaluado, se realizó el análisis de las muestras antes o después del horneado final (en la “freidora sin aceite” con aire caliente citada anteriormente, Tefal FX100015), que se realizó con aire caliente a 180 °C, y durante 13 min.

#### Evaluación de la calidad de los productos empanados

La carga microbiana se ha evaluado en cada uno de los ingredientes de elaboración de los nuggets de pollo, por separado, y en los nuggets a lo largo de su conservación refrigerada. En condiciones de esterilidad y mediante la ayuda de unas pinzas de laboratorio de acero inoxidable estériles, se extrajeron tres réplicas de dos trozos de pollo empanados refrigerados (~8 g/pieza) del envase, y se colocaron en una bolsa de Stomacher (Seward BA6141/CLR, Reino Unido). Dependiendo del peso que marcaba la muestra, se rellenó la bolsa de Stomacher de agua de peptona estéril para conseguir una dilución 1:10, y se homogeneizó durante 1,5 minutos en el Stomacher. Se realizaron las diluciones adecuadas y se sembraron en placas Petri con medio de cultivo Plate Count Agar (PCA) (Scharlau, España) para microorganismos aerobios mesófilos totales (AMT) y psicrófilos, Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBD Agar) (Scharlau, España) para enterobacterias, Cetrinida Agar (Scharlau, España) para *Pseudomonas*, y Rosa de Bengala Cloranfenicol Agar (Scharlau, España) para mohos y levaduras. La incubación de las placas se realizó de manera invertida a temperatura/tiempo adecuado para cada microorganismo; AMT 37 °C/ 24-48 h, psicrófilos 4 °C/ 7 días, enterobacterias y *Pseudomonas* 37 °C/ 48 h, y mohos y levaduras 25 °C/ 5 días. Tras el periodo de incubación, se realizó el recuento de las colonias viables con un contador de colonias (Cole-Parmer SC6PLUS, EEUU).

La determinación del contenido en grasa se llevó a cabo mediante equipo Soxhlet. Las

muestras de nuggets elaboradas según las tres tecnologías descritas anteriormente sufrieron una primera fase de extracción de grasa insertando la muestra en un cartucho de celulosa poroso, en un aparato Soxhlet, con 200 mL de n-hexano al 95% durante 4 h a una temperatura de 69 °C; y, una segunda fase de eliminación del n-hexano por evaporación a 40 °C en rota-  
 5 vapor (Heidolph HL-G3 P80305018, Alemania) a 40 rpm, para obtener finalmente solo la fracción grasa de la muestra.

La evaluación sensorial se realizó en base al trabajo titulado “*Enrichment of Chicken Nuggets with Microencapsulated Omega-3 Fish Oil: Effect of Frozen Storage Time on Oxidative*  
 10 *Stability and Sensory Quality*”, publicado en Food and Bioprocess Technology, Vol 9(Núm 2), pp 285-297, realizado por Jiménez-Martín *et al* (2016), con algunas modificaciones. Los atributos sensoriales: apariencia, color, sabor, textura y aroma, se evaluaron justo después del horneado final (antes del consumo) y según el grado de masticación: (1) pre-masticación, (2) durante la masticación y, (3) post-masticación. Las características sensoriales se  
 15 evaluaron en una escala descriptiva de 5 puntos, donde 5 es la mejor valoración del atributo sensorial y 1 la peor valoración del atributo sensorial.

El valor de oxidación total (totox) (adimensional) [Ec.1], y por consiguiente el valor de peróxido (PV) que mide los hidroperóxidos o productos primarios de oxidación (expresado en mEq  
 20 O<sub>2</sub>/kg), y el valor de p-anisidina (p-AV) (expresado en mg/kg) que mide los productos secundarios de oxidación, carbonilos y aldehídos, se determinó en el AOVE y en el AOVE encapsulado en α-CDs, de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Totox} = \text{p-AV} + (2 \cdot \text{PV}) \quad [\text{Ec.1}]$$

25 La estabilidad oxidativa del AOVE encapsulado y sin encapsular se determinó durante un período de almacenamiento de 8 semanas. Para ello, se almacenaron 5 g de muestra en frascos de vidrio de color ámbar de 60 mL de capacidad en una estufa a 21 °C (modelo Sanyo Incubator MIR-153, EEUU).

30 Para la determinación del valor de peróxido (PV), se tomaron 0,5 g de muestra y se disolvieron con 3 mL de ácido acético-cloroformo (3:2 v/v) y se filtraron con filtros Whatman nº 42. Se adicionaron 50 µL de solución saturada de yoduro de potasio y se agitó la solución vigorosamente durante 1 minuto. Posteriormente, se añadieron 3 mL de agua Milli-Q y 20 µL de solución de almidón (1% p/v + 3 mL del estabilizante ácido fórmico), como indicador hasta  
 35 que la muestra se coloreara azul-violeta. El valor PV se obtuvo mediante la titulación con

tiosulfato sódico 0,01 N hasta la desaparición de la coloración.

El valor de p-anisidina (p-AV) se determinó en campana de flujo laminar. Se disolvieron 0,5 g de muestra con 12,5 mL de isooctano y se filtraron con filtros Whatman nº 42. Se adicionó 1 mL del reactivo de p-anisidina (0,25%, p/v de ácido acético glacial) a 5 mL de muestra filtrada y se agitó vigorosamente durante 10 minutos. La absorbancia de la mezcla se midió a 350 nm usando un espectrofotómetro UV-Visible.

### Resultados obtenidos

La **Tabla 1** muestra los valores medios de peróxido, p-anisidina y TOTOX del AOVE y del complejo de inclusión AOVE+ $\alpha$ -CD, durante un período de almacenamiento de ocho semanas a 21 °C. Los resultados obtenidos en la primera y octava semana de almacenamiento ponen de manifiesto que el complejo de inclusión AOVE+ $\alpha$ -CD presenta valores más bajos de PV, p-AV, y por consiguiente del valor TOTOX, que el AOVE no encapsulado. Estos resultados demuestran que la encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CDs mejora la estabilidad oxidativa del AOVE y, por tanto, la estabilidad oxidativa del producto empanado.

TABLA 1

Índices de estabilidad oxidativa del aceite de oliva virgen sin encapsular (AOVE), y del aceite de oliva virgen encapsulado en  $\alpha$ -CD (AOVE+ $\alpha$ -CD) durante un periodo de almacenamiento de 8 semanas a 21 °C.

| Índice de estabilidad oxidativa                                                                                 |                    | Semanas de análisis            |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                                 |                    | 1                              | 8                              |
| <b>PV</b>                                                                                                       | AOVE+ $\alpha$ -CD | 3,93 $\pm$ 1,68 <sup>a</sup>   | 2,69 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>   |
|                                                                                                                 | AOVE               | 5,89 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>   | 4,91 $\pm$ 0,20 <sup>ab</sup>  |
| <b>p-AV</b>                                                                                                     | AOVE+ $\alpha$ -CD | 0,38 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>   | 0,22 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>   |
|                                                                                                                 | AOVE               | 0,69 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup>  | 1,41 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>   |
| <b>TOTOX</b>                                                                                                    | AOVE+ $\alpha$ -CD | 8,22 $\pm$ 1,68 <sup>abc</sup> | 5,60 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>   |
|                                                                                                                 | AOVE               | 12,46 $\pm$ 0,64 <sup>cd</sup> | 11,23 $\pm$ 1,12 <sup>bd</sup> |
| La media $\pm$ SD con diferentes superíndices, por atributo, indica una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) |                    |                                |                                |

En la **Figura 5** se aprecia el aspecto del producto empanado (nuggets de pollo) obtenido utilizando (a) la nueva tecnología (con pan rallado de maíz que incluye AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs), y horneado con aire caliente y (b) siguiendo el proceso tradicional (denominado “Control Frito”). Se puede comprobar que el aspecto del producto “Nueva tecnología” es mejor que el “Control frito”, debido a que la pre fritura en aceite caliente da lugar a irregularidades en la superficie del producto que lo hacen menos atractivo al consumidor.

La **Figura 6** presenta la carga microbiana inicial (expresada en log UFC de AMT/g) de los ingredientes utilizados en la elaboración de estos nuggets de pollo. Se puede observar que la mayor carga microbiana es la de la pechuga de pollo (que tiene una carga de microorganismos AMT de 3 log UFC/g). El encolante utilizado (la solución acuosa de goma xantana) y las  $\alpha$ -CDs presentan un recuento de microorganismos AMT que se encuentra por debajo del límite de detección (< 1 log UFC/g). Sin embargo, el complejo de inclusión AOVE+ $\alpha$ -CDs presenta un recuento de AMT en torno a 2,3 log UFC/g. El nugget de pollo sin precocinar presenta un recuento de AMT de 2,8-3,3 log UFC/g, que al realizar el precocinado a 150 °C se reduce hasta aproximadamente 1 log UFC/g.

Las **Figuras 7 y 8** muestran, respectivamente, la evolución de la carga microbiana de AMT y de enterobacterias (expresadas en log UFC/g), a lo largo de la conservación de los nuggets refrigerados (11 días). El resto de microorganismos analizados en estas muestras de nuggets (mohos, levaduras, *Pseudomonas* y psicrófilos) estuvieron por debajo del límite de detección. Al final del período de almacenamiento en refrigeración, la carga microbiana de los AMT (**Figura 7**) ascendieron a aproximadamente 5,5 log UFC/g para los nuggets “Control”, aproximadamente 3 log UFC/g para el “Control frito” y, aproximadamente 2 log UFC/g para los nuggets obtenidos con la “Nueva tecnología”. El análisis de la evolución del recuento de Enterobacterias (**Figura 8**) da lugar a unas conclusiones similares. Esta diferencia tan sorprendente en la evolución del crecimiento microbiano en el producto empanado refrigerado, entre el “Control frito” y el de “Nueva tecnología”, se debe probablemente a la actividad antimicrobiana del AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs cuyo uso se propone en esta invención. En efecto, diversos trabajos de investigación han puesto de manifiesto la actividad antimicrobiana del AOVE (como el trabajo titulado “*Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil*”, publicado en Current opinion in biotechnology, Vol 23(Núm 2), pp 129-135, de Cicerale *et al*, 2012). No obstante, no se tiene ninguna referencia bibliográfica (ni trabajo de investigación ni patente) que ponga de

manifiesto que el complejo AOVE+ $\alpha$ -CDs posea una actividad antimicrobiana de interés en la conservación de alimentos empanados refrigerados.

La **Tabla 2** presenta el contenido en grasa y aceite absorbido (o añadido, en el caso de uso de la Nueva Tecnología) en el producto empanado (en g/100 g de producto), en función del procedimiento de elaboración (Control frito, elaboración tradicional; Control, con fritura sin aceite mediante horneado con aire caliente; Nueva tecnología, que incluye pan rallado con AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs).

## TABLA 2

Contenido en grasa y aceite absorbido en el producto empanado (en g/100 g de producto), en función del procedimiento de elaboración (Control frito = tradicional; Control = fritura sin aceite mediante horneado con aire caliente; Nueva tecnología = con AOV encapsulado en el pan rallado).

| Parámetro                               | “Control frito”         |                          | “Control”              |                        | “Nueva tecnología”      |                        |
|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                         | AH                      | DH                       | AH                     | DH                     | AH                      | DH                     |
| Grasa total (g/100g) <sup>1</sup>       | 19,9±7,55 <sup>b</sup>  | 17,9±3,46 <sup>bc</sup>  | 0,92±0,52 <sup>a</sup> | 1,33±0,60 <sup>a</sup> | 2,29±0,497 <sup>a</sup> | 4,37±1,42 <sup>a</sup> |
| Aceite absorbido (g/100 g) <sup>2</sup> | 18,98±7,56 <sup>b</sup> | 16,57±3,51 <sup>bc</sup> |                        |                        | 1,37±0,719 <sup>a</sup> | 3,04±1,54 <sup>a</sup> |

A.H. = Antes del horneado, D.H.= Después del horneado

<sup>(1)</sup> Grasa total (g/100 g de producto cárnico empanado), extraída con la metodología del Soxhlet

<sup>(2)</sup> Aceite absorbido (g/100 g de producto) con las diferentes metodologías = grasa total – grasa intrínseca del “control”.

La media ± SD con diferentes superíndices, por fila, indica una diferencia significativa ( $p < 0,05$ )

Los resultados de esta **Tabla 2** demuestran lo que visualmente se puede observar en la **Figura 9**, unas diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), tanto antes como después del horneado

final con aire caliente, entre los valores de contenido de grasa en el producto empanado “Control frito” y los valores correspondientes obtenidos en nuggets elaborados con la “Nueva tecnología”. En este caso, el contenido de grasa total del producto cárnico empanado a base de pollo (nuggets de pollo), sometido a un proceso de pre-fritura, fue de 19,9 g/100 g, valor concordante con la cifra obtenida de la base de datos de la USDA National Nutrient Database (<https://fdc.nal.usda.gov>) (20,36 g/100 g, es decir un 59,68% de grasa). Al utilizar el proceso tradicional de fritura, la cantidad de grasa total por cada 100 gramos en el producto cárnico empanado es de 19,9 g/100 g, y la cantidad de aceite absorbido es de 18,98 g/100 g. Sin embargo, cuando se utiliza pan rallado con AOVE encapsulado en  $\alpha$ -CDs, y se sustituye la fritura con aceite por un horneado con aire caliente, la cantidad de grasa total se reduce significativamente a 2,29 g/100 g de producto, al incorporar solamente 1,37 g de aceite/100 g de producto a través del pan rallado que incluye el complejo AOVE+ $\alpha$ -CDs. Se consigue así una reducción del 92,75% en el contenido de aceite (grasa) con la “Nueva tecnología” de elaboración de este plato preparado precocinado (nuggets de pollo, en este caso).

El proceso de fritura en aceite de los productos empanados proporciona unas características organolépticas deseables para el consumidor. No obstante, el alto contenido en grasa que tienen estos productos, y el interés actual del consumidor por reducirla en la dieta, ha llevado a las industrias alimentarias a buscar alternativas saludables que, a su vez, mantengan las características organolépticas del alimento frito (Soto-Jover *et al*, 2016). Actualmente, los productos cárnicos pre-fritos se venden o bien refrigerados o como congelados, para que el consumidor termine de cocinarlo *ad gustum* antes de su consumo (frito en aceite u horneado, principalmente). En estos ensayos de elaboración de nuggets de pollo se ha evaluado el porcentaje de grasa tanto antes del horneado final (AH) como después del horneado final (DH), simulando el cocinado final que hace el consumidor antes del consumo de este producto, ya que la “fritura” final en horno de aire caliente (u horneado) es uno de los métodos más utilizados por el consumidor como alternativa a la fritura en aceite, al considerarse “más saludable” y más cómodo.

Los resultados de estos ensayos muestran (**Tabla 2**) que no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el contenido de grasa del producto “Control frito”, si comparamos antes (AH) y después de hornear (DH). No obstante, si el producto es elaborado según la “Nueva tecnología”, el contenido en grasa aumenta ligeramente ( $p < 0,05$ ), si comparamos antes (AH) y después de hornear (DH). Esto se debe a que se tiene una ligera deshidratación del producto durante su horneado final, lo que hace que aumente ligeramente el contenido en grasa, por

disminución del peso seco del producto. Algo similar ocurre en el producto “Control”, por la misma razón.

La “Nueva tecnología” desarrollada en esta investigación no sólo ha logrado obtener unas características organolépticas similares en el producto final (si se compara con el producto “control frito” tradicional), sino que también ha supuesto una disminución en el porcentaje de aceite absorbido (o incorporado), una reducción del 92,75% antes del horneado (el 88,49% de la grasa total) y del 81,65% después del horneado (el 75,58% de la grasa total), y por lo tanto una gran disminución en las calorías del producto final (reducción del 46,1%) (Figura 9), logrando de esta manera un producto más saludable, en comparación con el producto “Control frito” tradicional.

La valoración de los atributos sensoriales (apariencia, aroma, textura y sabor) obtenida en los nuggets de pollo elaborados con las tres tecnologías analizadas, a lo largo de los 11 días de conservación refrigerada, se pueden ver en la **Tabla 3**. Como se puede observar, no se obtuvieron diferencias significativas en la valoración global entre los productos “Nueva tecnología” y los productos “Control frito” (de fritura tradicional en aceite), lo cual demuestra que con esta nueva tecnología se obtienen unos nuggets de pollo (con pan rallado que incorpora complejo AOVE+ $\alpha$ -CDs) con unas características organolépticas similares a las de los nuggets pre-fritos en aceite, pero sin realizar una pre-fritura en aceite. Entre las características de textura de un producto empanado frito se aprecia especialmente el carácter crujiente exterior y el carácter jugoso interior (Soto-Jover *et al*, 2016).

TABLA 3

Evaluación sensorial del producto empanado a lo largo del tiempo de conservación refrigerada, en función del procedimiento de elaboración (cata realizada después del horneado).

| Días de análisis  |      |      |      |      |      | Media $\pm$ SD               |
|-------------------|------|------|------|------|------|------------------------------|
|                   | 1    | 3    | 5    | 8    | 11   |                              |
| <b>Apariencia</b> |      |      |      |      |      |                              |
| Control Frito     | 4,75 | 4,00 | 3,93 | 3,08 | 3,20 | 3,79 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup> |
| Control           | 3,60 | 3,67 | 3,47 | 4,13 | 2,13 | 3,40 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup> |
| Nueva Tecnología  | 4,33 | 4,08 | 4,73 | 4,13 | 4,83 | 4,42 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup> |
|                   |      |      |      |      |      |                              |



|                                                                                                                                                                                                                      |      |      |      |      |      |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
| <b>Aroma</b>                                                                                                                                                                                                         |      |      |      |      |      |                         |
| Control Frito                                                                                                                                                                                                        | 4,00 | 3,80 | 3,50 | 4,00 | 4,00 | 3,86±0,22 <sup>a</sup>  |
| Control                                                                                                                                                                                                              | 4,00 | 2,88 | 2,00 | 3,00 | 1,00 | 2,58±1,13 <sup>bc</sup> |
| Nueva Tecnología                                                                                                                                                                                                     | 4,30 | 3,38 | 3,20 | 3,40 | 4,50 | 3,76±0,59 <sup>ac</sup> |
|                                                                                                                                                                                                                      |      |      |      |      |      |                         |
| <b>Textura</b>                                                                                                                                                                                                       |      |      |      |      |      |                         |
| Control Frito                                                                                                                                                                                                        | 4,50 | 4,20 | 3,80 | 4,04 | 4,03 | 4,12±0,26 <sup>a</sup>  |
| Control                                                                                                                                                                                                              | 3,07 | 2,08 | 1,87 | 2,67 | 1,08 | 2,15±0,76 <sup>b</sup>  |
| Nueva Tecnología                                                                                                                                                                                                     | 4,20 | 3,50 | 3,30 | 3,40 | 3,50 | 3,58±0,35 <sup>a</sup>  |
|                                                                                                                                                                                                                      |      |      |      |      |      |                         |
| <b>Sabor</b>                                                                                                                                                                                                         |      |      |      |      |      |                         |
| Control Frito                                                                                                                                                                                                        | 3,95 | 3,48 | 3,60 | 3,40 | 2,64 | 3,41±0,48 <sup>a</sup>  |
| Control                                                                                                                                                                                                              | 3,00 | 3,10 | 2,82 | 2,48 | 1,60 | 2,60±0,61 <sup>b</sup>  |
| Nueva Tecnología                                                                                                                                                                                                     | 4,28 | 4,30 | 4,08 | 4,30 | 4,60 | 4,31±0,19 <sup>c</sup>  |
|                                                                                                                                                                                                                      |      |      |      |      |      |                         |
| <b>Valoración global</b>                                                                                                                                                                                             |      |      |      |      |      |                         |
| Control Frito                                                                                                                                                                                                        | 4,30 | 3,87 | 3,71 | 3,63 | 3,47 | 3,80±0,32 <sup>a</sup>  |
| Control                                                                                                                                                                                                              | 3,42 | 2,93 | 2,54 | 3,07 | 1,45 | 2,68±0,76 <sup>b</sup>  |
| Nueva Tecnología                                                                                                                                                                                                     | 4,28 | 3,69 | 3,83 | 3,81 | 4,48 | 4,02±0,34 <sup>a</sup>  |
| La media ± SD con diferentes superíndices, por atributo, indica una diferencia significativa (p < 0,05)<br>Puntajes sensoriales basados en una escala de cinco puntos donde 1: peor puntuación y 5: mejor puntuación |      |      |      |      |      |                         |

En este sentido, se encontraron diferencias significativas (p < 0,05) entre el control frito y el control, y entre el producto “Nueva tecnología” y el control. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas (p > 0,05) en las características textura crujiente, textura aceitosa y textura jugosa, entre los nuggets de nueva tecnología y los de fritura tradicional (Control frito) (Tabla 4). La nueva tecnología consigue esta característica organoléptica distintiva (crujiente exterior y jugoso interior) de los productos empanados fritos, reflejándose además un cierto aumento en la jugosidad. No obstante, el sabor difirió significativamente (p < 0,05) entre los nuggets de la nueva tecnología y los de fritura tradicional (Control frito), evaluándose mejor los nuggets obtenidos con la nueva tecnología, que implica suprimir la operación de pre-fritura en aceite en su proceso de elaboración. Entre los parámetros de sabor evaluados, se ha prestado especial atención a la percepción del gusto aceitoso y empachoso, y estas

características se han conseguido evitar ( $p < 0,05$ ) con la nueva tecnología.

TABLA 4

Comparación de los parámetros de textura y sabor de los productos empanados obtenidos con la “Nueva tecnología” y con fritura tradicional (“Control frito”).

5

| Atributos sensoriales evaluados                                                                                       |                        |  |                        |                        |  |                        |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|
| Textura crujiente                                                                                                     |                        |  | Textura aceitosa       |                        |  | Textura jugosa         |                        |
| Control Frito                                                                                                         | Nueva Tecnología       |  | Control Frito          | Nueva Tecnología       |  | Control Frito          | Nueva Tecnología       |
| 4,14±0,62 <sup>a</sup>                                                                                                | 3,89±0,33 <sup>a</sup> |  | 5,0±0,0 <sup>a</sup>   | 2,65±1,07 <sup>a</sup> |  | 3,21±0,51 <sup>b</sup> | 4,16±0,51 <sup>b</sup> |
|                                                                                                                       |                        |  |                        |                        |  |                        |                        |
| Sabor empachoso                                                                                                       |                        |  |                        | Sabor aceitoso         |  |                        |                        |
| Control Frito                                                                                                         | Nueva Tecnología       |  | Control Frito          | Nueva Tecnología       |  | Control Frito          | Nueva Tecnología       |
| 4,88±0,26 <sup>c</sup>                                                                                                | 1,42±0,39 <sup>d</sup> |  | 4,92±0,17 <sup>c</sup> | 2,72±1,07 <sup>d</sup> |  |                        |                        |
|                                                                                                                       |                        |  |                        |                        |  |                        |                        |
| La media ± SD con diferentes superíndices, para cada atributo, indica una diferencia significativa (p < 0,05)         |                        |  |                        |                        |  |                        |                        |
| La puntuación de atributos está basada en una escala de cinco puntos donde 1 es menor intensidad y 5 mayor intensidad |                        |  |                        |                        |  |                        |                        |

## REIVINDICACIONES

- 1) Composición de pan rallado para la elaboración de alimentos empanados refrigerados o congelados, que se caracteriza porque comprende:
- 5                   - aceite de oliva virgen extra encapsulado en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), en una proporción en peso del 10-50 %;
- pan rallado, en una proporción en peso del 50-90 %;
- donde el aceite de oliva virgen extra se encuentra encapsulado molecularmente en las alfa-ciclodextrinas, según una proporción en peso de oliva virgen extra: alfa-
- 10                   ciclodextrinas de 1,0 : 3,4 a 1,4 : 3,4, formando un complejo de inclusión.
- 2) Composición de pan rallado, según la reivindicación 1, donde el pan rallado está elaborado con harina de cereal, como maíz, trigo, o arroz, centeno, avena, o cebada, o una mezcla de harinas de distintos cereales, siendo harinas blancas o harinas
- 15                   integrales, o una mezcla de ambos tipos, y que pueden incluir harina de una o varias leguminosas, como soja, garbanzo o guisante.
- 3) Composición de pan rallado, según las reivindicaciones anteriores, donde el pan rallado contiene al menos un aditivo, seleccionado de entre dextrosa, colorantes,
- 20                   trozos de cereal, maltodextrinas, goma xantana, goma arábiga, aceites vegetales, proteínas lácteas, aromas, y sal.
- 4) Procedimiento para la elaboración del pan rallado como el definido en las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- 25                   - una primera etapa de encapsulación del aceite de oliva virgen extra (AOVE) en alfa-ciclodextrinas ( $\alpha$ -CDs), y
- una segunda etapa de mezcla del aceite de oliva virgen extra (AOVE) encapsulado en  $\alpha$ -CDs con el pan rallado.
- 30                   5) Procedimiento para la elaboración del pan rallado, según la reivindicación 4, donde la etapa de encapsulación del AOVE en  $\alpha$ -CDs se realiza mediante encapsulación molecular con proporciones en peso de AOVE: $\alpha$ -CDs de 1,0 : 3,4 a 1,3 : 3,4.

- 6) Procedimiento para la elaboración del pan rallado, según la reivindicación 4, donde la etapa de mezcla del AOVE+ $\alpha$ -CDs con el pan rallado se lleva a cabo en la proporción en peso de AOVE+ $\alpha$ -CDs : pan rallado de 1:1,5 a 1:3.

- 5      7) Procedimiento para la elaboración de alimentos empanados con una composición de pan rallado como la definida en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

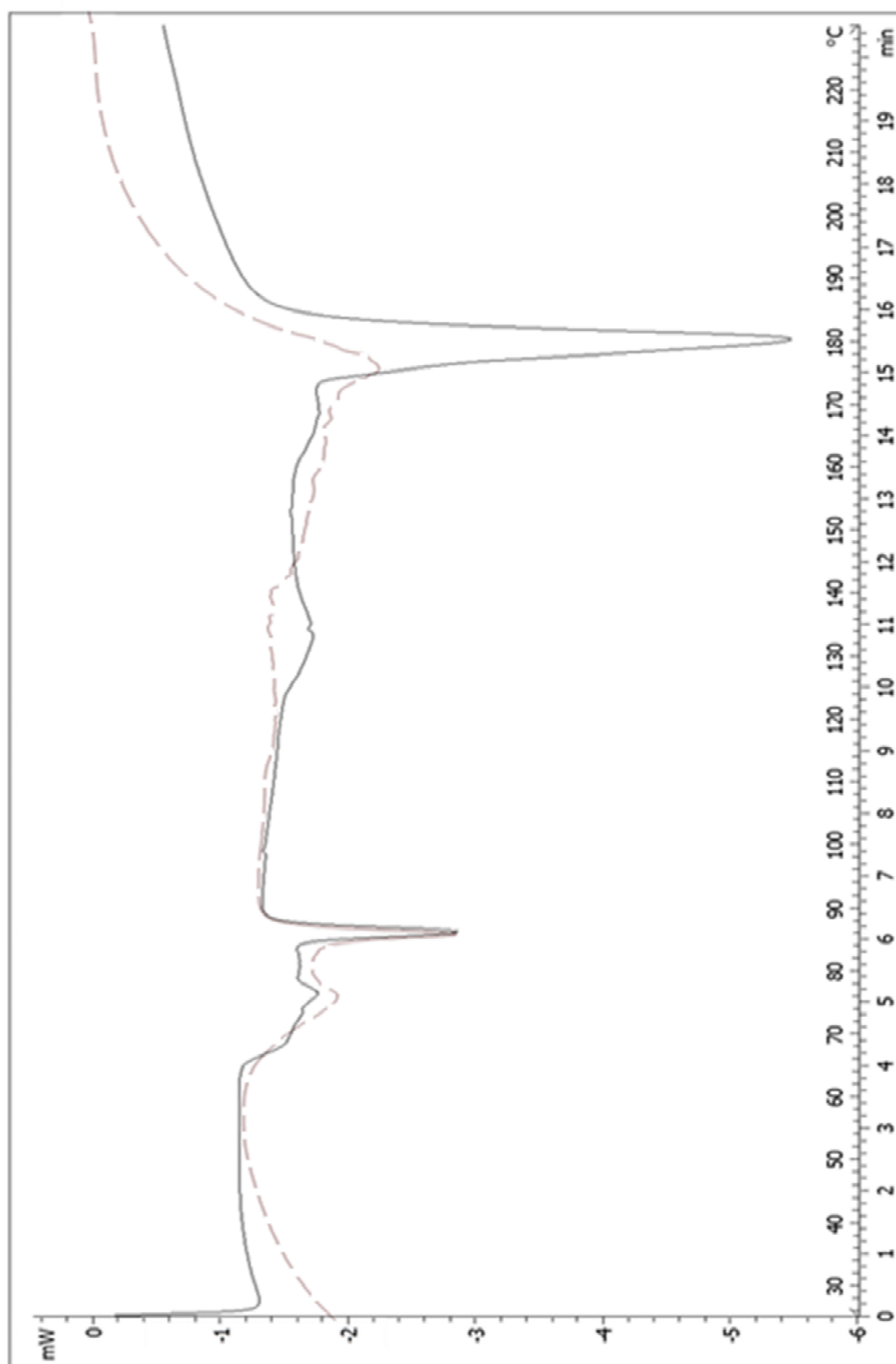
- una primera etapa de empanado donde el alimento se recubre con un pan rallado;
- 10      ○ una segunda etapa de precocinado que se lleva a cabo mediante horneado con aire caliente a una temperatura de entre 150°C y 220°C;
- una tercera etapa de cocinado final que se lleva a cabo mediante horneado con aire caliente a una temperatura de entre 150°C y 220°C.

- 15      8) Procedimiento para la elaboración de alimentos empanados según la reivindicación 7 donde antes del recubrimiento con pan rallado en la etapa de empanado, al alimento se le aplica un ligante que está compuesto por una mezcla de agua con al menos otro componente seleccionado de entre harina, sal, hidrocoloides, proteínas, condimentos, leche, y huevo.

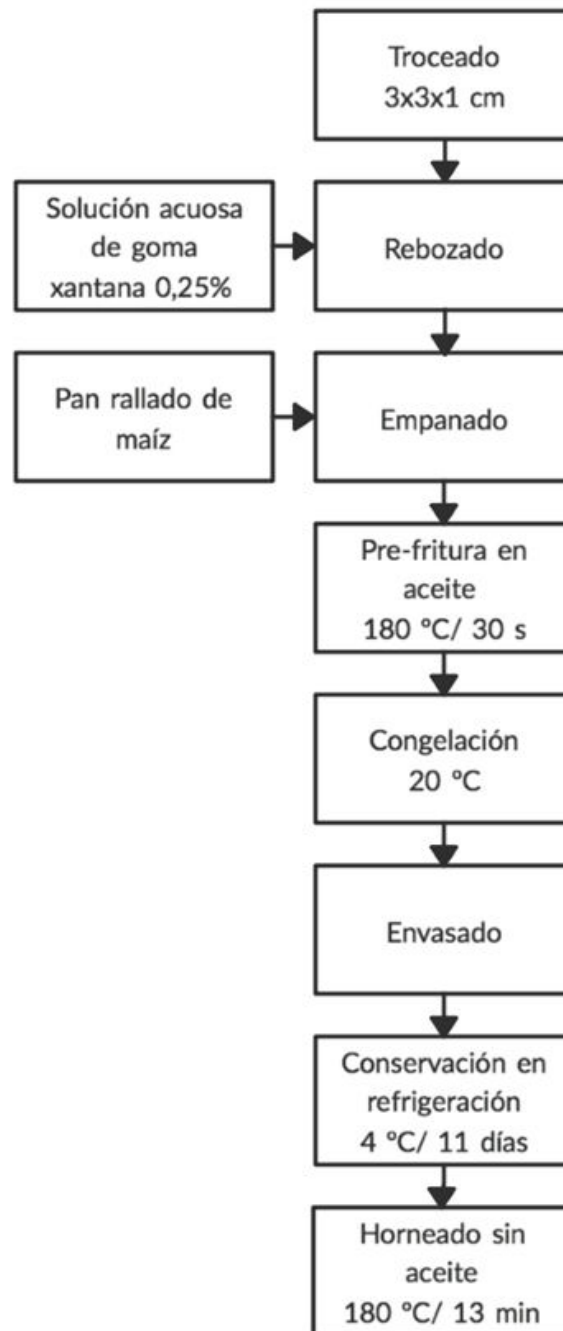
- 20      9) Alimento empanado obtenido a partir de un procedimiento como el definido en las reivindicaciones 7 u 8, donde el alimento empanado se refiere a croquetas, trozos de carne o pescado empanados, o productos cárnicos empanados como los nuggets, y los productos empanados a base de hortalizas, o carne o pescado o marisco.

25

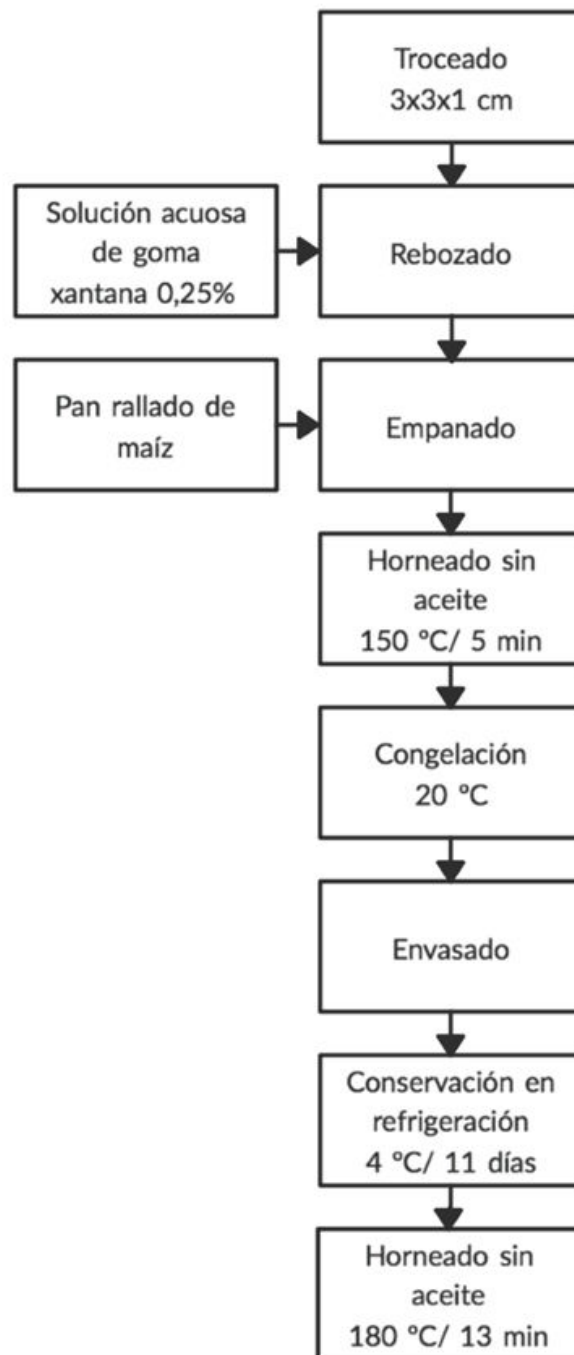
30



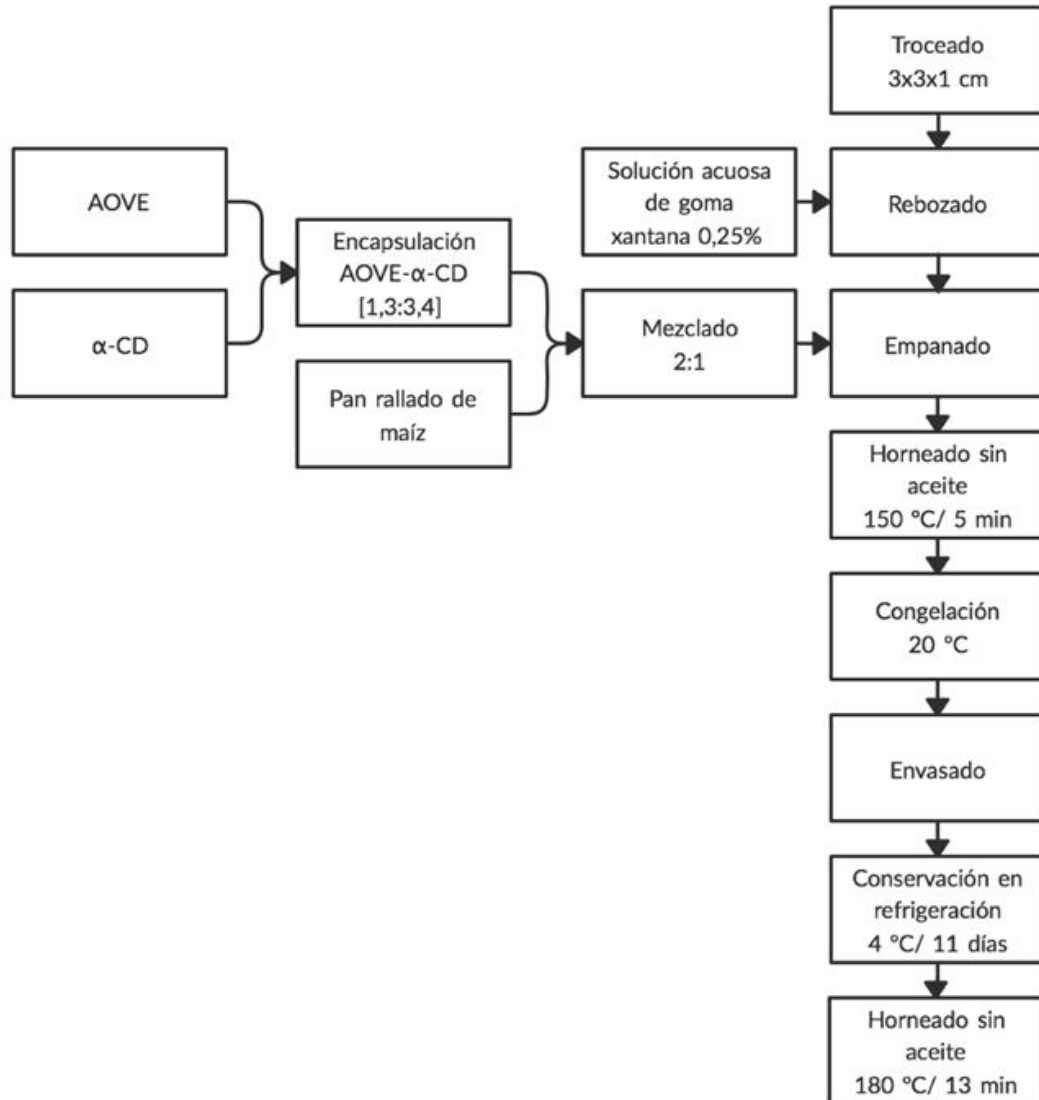
**FIG.1**



**FIG.2**



**FIG.3**

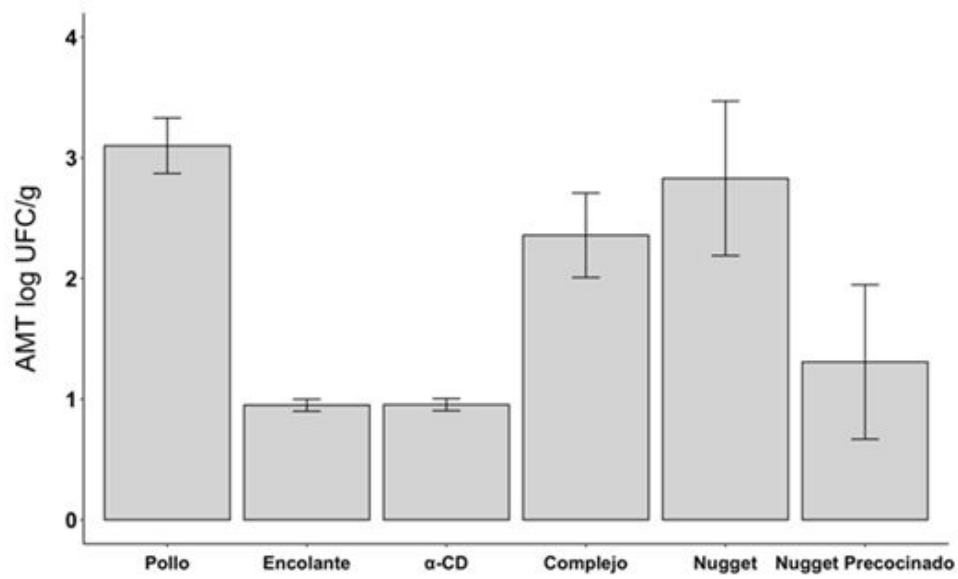


**FIG.4**

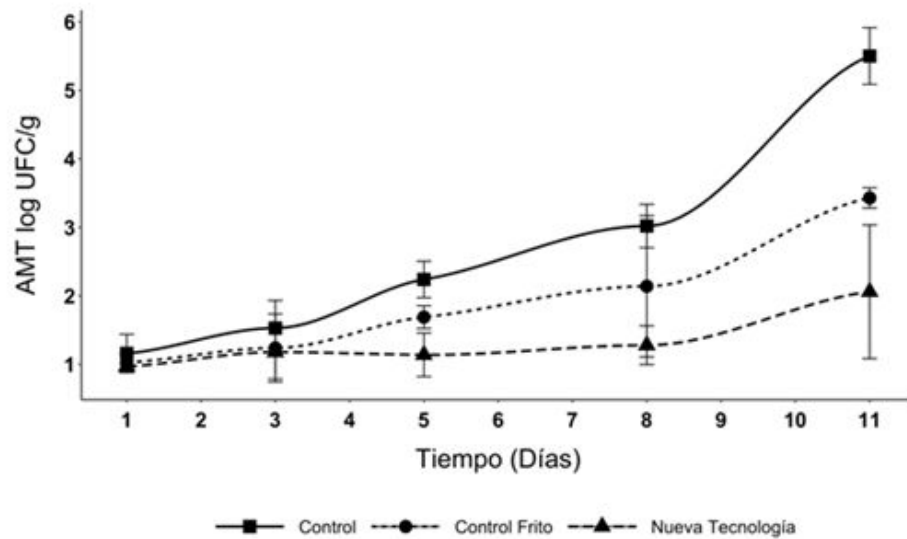




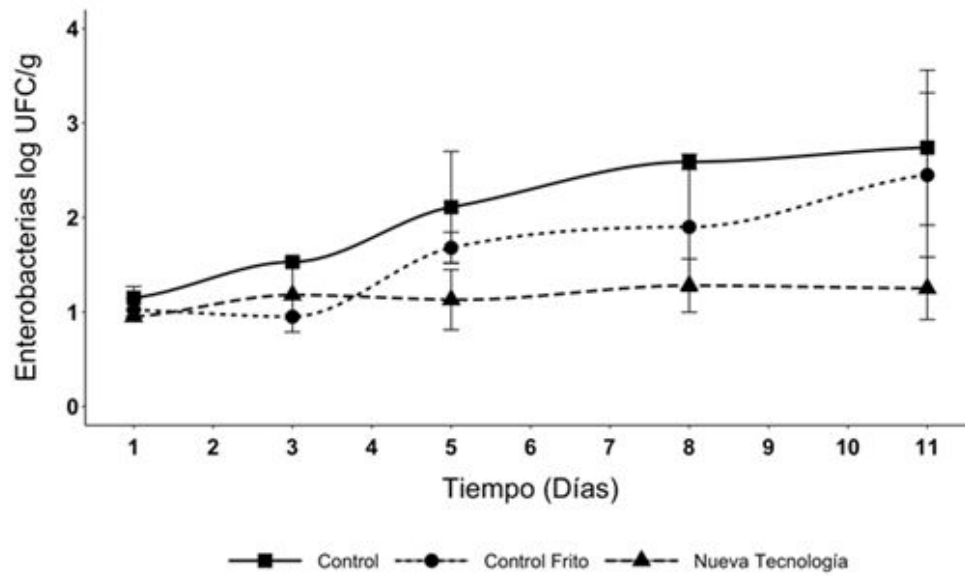
**FIG.5**



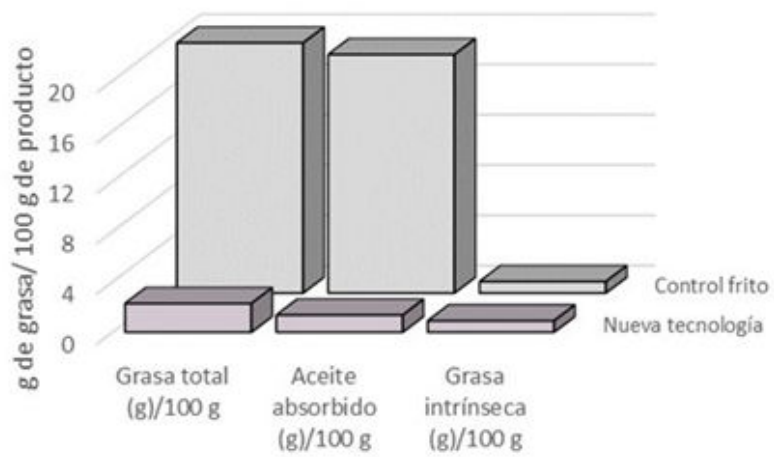
**FIG.6**



**FIG.7**



**FIG.8**



**FIG.9**