

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 456**

21 Número de solicitud: 201830851

51 Int. Cl.:

A21D 13/047 (2007.01)

A21D 13/066 (2007.01)

A21D 6/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

29.08.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.03.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
Plaza de Santa Cruz , 5 Bajo
47002 VALLADOLID ES**

72 Inventor/es:

**RONDA BALBÁS, Felicidad;
VILLANUEVA BARRERO, Marina;
HARASYM, Joanna;
MUÑOZ MUÑOZ, José M^a;
CABALLERO CALVO, Pedro A. y
PÉREZ QUIRCE, Sandra**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **HARINA DE ARROZ MODIFICADA MEDIANTE TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO CON MICROONDAS, MÉTODO DE OBTENCIÓN Y USOS DE LA MISMA**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a harina sin gluten modificada mediante un tratamiento hidrotérmico con microondas. También se describe el método de obtención de la harina modificada y su uso en la elaboración de masas y productos de panadería, bollería y galletería sin gluten, para la ingesta por personas que sufran enfermedad celíaca o enfermedades asociadas a ella.

ES 2 745 456 A1

DESCRIPCIÓN

**HARINA DE ARROZ MODIFICADA MEDIANTE TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO
CON MICROONDAS. MÉTODO DE OBTENCIÓN Y USOS DE LA MISMA**

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se engloba dentro del sector agroalimentario y más concretamente dentro de la elaboración de productos de panadería, bollería y galletería.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El aumento del número de pacientes celíacos diagnosticados y de otros pacientes con sensibilidad al gluten, hace que las dietas libres de gluten sean en la actualidad de gran importancia en el sector alimentario. Como consecuencia, el mercado de los productos sin gluten (SG) está creciendo vertiginosamente. Uno de los principales problemas para los enfermos celíacos es la limitada variedad de alimentos de calidad libres de gluten y en la dificultad y el coste para conseguirlos.

20

El gluten es un conjunto de proteínas, contenidas en la harina de los cereales, tales como el trigo, la cebada, el centeno, la avena, o cualquiera de sus variedades e híbridos, tales como la espelta, la escanda, el kamut y el triticale). El gluten es el factor desencadenante de la enfermedad celíaca y desórdenes asociados.

25

El gluten es apreciado en la industria alimenticia por sus cualidades viscoelásticas únicas, que aportan elasticidad a la masa de harina, lo que permite, junto con la fermentación, que el pan obtenga volumen y la consistencia elástica y esponjosa de los panes y masas horneadas. Durante el horneado, el gluten es el responsable de que los gases de la fermentación queden retenidos en el interior de la masa, haciendo que esta suba, impulsándola hacia arriba. Después de la cocción, la coagulación del gluten es responsable de que el producto no se desinflen una vez cocido.

30

35 Debido a la presencia del gluten en los cereales, la producción de alimentos de panadería, bollería y galletería para pacientes celíacos o con sensibilidad al gluten es muy complicada. A pesar de los esfuerzos realizados para mejorar su calidad, las masas de pan SG tienen falta de cohesión y elasticidad, se manejan con mayor dificultad que las masas de trigo y, además, tienen poca capacidad de retención de

gas. Como consecuencia, los panes tienen bajo volumen, textura quebradiza y un endurecimiento más rápido, además de presentar un color pálido, poco atractivo, y un sabor desagradable.

- 5 La dieta SG frecuentemente está desequilibrada y no es saludable, dado que se caracteriza por un consumo excesivo de grasas y una ingesta reducida de proteínas, carbohidratos complejos y fibra dietética.

10 El empleo de harinas de granos SG en productos horneados es tecnológicamente muy complicado debido a la ausencia en estos productos de una red proteica estructural, que en las harinas normales proporciona el gluten. Las proteínas del trigo, cuando son hidratadas y sometidas a trabajo mecánico durante el amasado son las responsables de formar una red viscoelástica capaz de mantener unidos al resto de los constituyentes de la harina. Esta red además retiene el dióxido de carbono que se
15 produce durante la fermentación, dando a la masa una textura y características físicas adecuadas para la fabricación de alimentos como pan, bollería y galletería.

La ausencia de esta red proteica en las harinas SG tiene importantes problemas tecnológicos: 1. Es responsable de una débil, casi nula, retención en la masa del gas
20 generado durante la fermentación. 2. Esto provoca un escaso desarrollo de la masa durante la fermentación y el horneado y conduce a productos de panadería de muy poco volumen y gran dureza, que presentan además un envejecimiento acelerado. 3. Las formulaciones SG requieren una gran hidratación de las masas, lo que conduce a mezclas que son más parecidas a masas batidas que a las habituales masas de pan
25 de trigo. Tienen una baja consistencia y son más pegajosas y más difíciles de manejar. 4. Debido a ello el aspecto y conformación del pan SG es habitualmente del tipo de pan de molde.

Para que las personas intolerantes al gluten tengan la posibilidad de tomar productos
30 de panadería de calidad, sin riesgo a sufrir una reacción inmunológica adversa, se han desarrollado formulaciones carentes de gluten que mantienen las propiedades viscoelásticas características del trigo. Esto permite la fabricación de productos panarios fermentados tecnológicamente viables (pueden usarse en equipos típicos de panadería como amasadoras, fermentadoras y hornos de la industria panadera),
35 sensorialmente aceptables (en relación a las impresiones sensoriales que se producen durante la ingesta de los productos panificados: dureza de rebanada/miga, gomosidad, masticabilidad y pegajosidad, aspecto externo e interno de producto, calidad de alveolado, distribución de agujeros, uniformidad el tamaño, olor y sabor de producto y

el retrogusto o sabor que aparece en la boca después de comer el producto) y de estructura similar a la de los productos con gluten.

Estas formulaciones incluyen el uso de aditivos, tales como los hidrocoloides o gomas, que mantienen la estructura y propiedades de la masa, pero, aunque favorecen su manipulación, retienen humedad y mejoran su apariencia, encarecen notablemente el producto y, con mucha frecuencia, generan problemas de alveolado (gran irregularidad de distribución y tamaño de los alveolos de la miga y la presencia de defectos en la miga, como se denomina a la existencia de “agujeros” o grandes alveolos).

Existe por lo tanto una necesidad de harinas SG que tengan características físicas adecuadas para producir masas panarias de fácil manipulación para la elaboración de alimentos sin gluten como pan, bollería y galletería, económicas y que no tengan problemas de alveolado.

Una alternativa económica y limpia a los aditivos en alimentación son los tratamientos hidrotérmicos. Estos procedimientos se basan en la aplicación de calor a las materias primas previamente humedecidas (humedad 15-30%). La transferencia de calor en los tratamientos hidrotérmicos puede efectuarse por tres mecanismos: radiación, conducción y convección. La radiación consiste en la transferencia de calor mediante ondas electromagnéticas. La conducción es un tipo de transporte de calor que tiene lugar en los sólidos y que se produce por transmisión directa de la energía molecular. La convección consiste en la transferencia de calor por grupos de moléculas que se mueven por diferencia de densidad o por agitación. Los mecanismos más comunes en alimentación son conducción y convección.

Un tipo de tratamiento hidrotérmico por radiación son las microondas, una radiación electromagnética no ionizante con longitudes de onda que oscilan entre un metro y un milímetro y frecuencias entre 300 MHz y 30 GHz. La radiación microondas libera energía que es absorbida o reflejada en función de las propiedades dieléctricas del material irradiado. La mayoría de las aplicaciones de las microondas están relacionadas con el calentamiento que provoca esta radiación cuando interacciona con moléculas polares o iones cargados de un material. Las moléculas polares, fundamentalmente las del agua, absorben la energía de las microondas y se orientan con respecto al campo eléctrico. El cambio rápido en su orientación genera calor por fricción molecular (Sumnu, 2001).

El uso de microondas es interesante porque tiene carácter de calentamiento selectivo. A diferencia de los otros sistemas, su calefacción depende del material irradiado, es

decir, el calentamiento depende de la constante dieléctrica y la frecuencia de relajación del material utilizado.

5 Las microondas se han empleado en la industria alimentaria con gran eficacia en operaciones de horneado, cocinado, descongelación, calentamiento, secado, pasteurización, esterilización e inactivación enzimática. Sin embargo, hay escasa información sobre las aplicaciones de las microondas con relación al tratamiento de harinas. Tampoco existen trabajos en el estado del arte que describan el uso de harinas tratadas por radiación microondas en panificación o información sobre los cambios funcionales y nutricionales que este tratamiento reporta a los productos
10 finales.

Perez-Quirce *et al.*, 2016 y Pérez-Quirce *et al.*, 2017 describen harina de arroz tratada con microondas, para disminuir la actividad beta-glucanásica endógena de la harina.
15 Esta actividad enzimática, presente en la harina de arroz nativa, provoca la hidrólisis de los beta-glucanos, beneficiosos para la salud por ser una fibra soluble.

Villanueva *et al.*, 2018, considerado el estado del arte más próximo, describe que los tratamientos con microondas intensos, prolongados y aplicados sobre harina de una
20 humedad del 30% pueden conducir a cambios significativos en la harina a una escala microscópica y molecular.

Sin embargo, ningún documento del estado del arte describe harinas sin gluten para la fabricación de masas y productos panarios, de bollería y de galletería sin gluten, con
25 un bajo coste, con características físicas adecuadas (consistencia, textura, fácil procesamiento industrial, mantenimiento de la frescura y características organolépticas), evitando la utilización de agentes estructurantes como los hidrocoloides y gomas.

30

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a harina modificada para la elaboración de masas panarias, de bollería y galletería sin gluten y alimentos que la comprenden.
35

A efectos de la presente invención se define la expresión “harina modificada” al polvo fino que se obtiene del cereal molido, humidificado y tratado con microondas.

El término “masa” se refiere a la mezcla de harina con agua y levadura. Una “masa sin gluten” es la mezcla de harina con agua y levadura en la que la harina carece de gluten (harina de cereal sin gluten). Las masas empleadas en la invención comprenden harina de arroz como cereal sin gluten. En una realización preferida, la
5 masa o masa sin gluten se emplean en la fabricación de productos de panadería, galletería y bollería.

La expresión “productos de panadería” se refiere a cualquier alimento que consiste en una masa que comprende harina, levadura y agua, cocida en un horno.

10 La expresión “productos de bollería” o “bollo”, se refiere a cualquier alimento, normalmente dulce que, además de comprender harina, levadura y agua, incluye otros ingredientes que hacen que el alimento sea esponjoso, tales como leche, manteca o huevos. Los bollos pueden ser de diferentes tipos según la masa empleada (masa de
15 hojaldre, masa de bizcochuelo, masa tipo brioche, masa pasta choux, masa de scone, o masa de rosquilla, por ejemplo).

La expresión “productos de galletería” o galletas, se refiere a cualquier pasta dulce o salada hecha con una masa de harina, huevos, azúcar, aceites o mantequilla y otros
20 ingredientes, que se cuece al horno hasta que resulta crujiente. La masa para producir galletas puede o no tener levadura.

En una realización preferida, la harina modificada se obtiene a partir de harina seleccionada del grupo que comprende arroz, trigo sarraceno o alforfón, teff, amaranto, quinoa, maíz, sorgo o mijo. En una realización todavía más preferida la
25 harina modificada se obtiene a partir de harina de arroz.

La harina de arroz es el resultado de la molturación del grano sano y limpio del cereal. La harina resulta en un cambio de las propiedades físicas del grano de arroz, pero
30 mantiene las mismas características nutricionales. Las personas celíacas o sensibles al gluten encuentran en la harina de arroz una alternativa alimentaria, dado que no produce los efectos adversos que ocasionan las harinas obtenidas de otros cereales, como el trigo.

35 A efectos de la presente invención se define “aditivo” o “aditivo alimentario” a cualquier sustancia que, sin poseer por sí misma valor nutritivo, se añade intencionadamente a alimentos o bebidas durante su proceso de fabricación o preparación para cambiar, intensificar o mantener su color, textura, sabor, vida útil o cualquier otra propiedad.

La invención se refiere a un método de obtención de harina modificada para la elaboración de masas sin gluten que comprende aplicar un tratamiento hidrotérmico a la harina. A efectos de la presente invención, se define tratamiento hidrotérmico como un tratamiento que comprende las etapas de:

- 5 a) humidificación de la harina; y
 b) tratamiento térmico con energía microondas.

El método de obtención de la harina modificada para la elaboración de masas sin gluten comprende:

- 10 a) obtención de harina de cereal sin gluten;
 b) humidificación de la harina del paso a); y
 c) tratamiento de la harina humedecida del paso b) con microondas.

15 La obtención de harina de cereal sin gluten en el paso a) viene después de la molturación del grano sano y limpio de un cereal sin gluten. La harina sin gluten se obtiene de materias primas sin gluten de forma natural, como, por ejemplo, arroz, trigo sarraceno o alforfón, teff, amaranto, quinoa, maíz, sorgo o mijo.

20 La humidificación de la harina en el paso b) comprende, en primer lugar, medir la humedad nativa de la harina que se va a tratar y, a continuación, añadir agua para obtener una humedad final del producto entre el 15 y el 35 % peso por volumen (p/v). En una realización preferida la humedad es entre el 20 y el 30 % p/v. La harina humedecida se envasa en un contenedor hermético y se la deja reposar para que se equilibre la humedad en todo el producto.

25 El tratamiento térmico con microondas en el paso c) se realiza aplicando microondas a la harina humidificada obtenida en el paso b) en una cámara de microondas. Las microondas son ondas electromagnéticas; generalmente de entre 300 MHz y 30 GHz, con un período de oscilación de 3 ns (3×10^{-9} s) a 33 ps (33×10^{-12} s) y una longitud de onda en el rango de 1 m a 10 mm. La frecuencia de las ondas en el tratamiento de la invención es de 0,50 a 30 GHz. En una realización más preferida, la frecuencia de las ondas es de 0,913 a 3 GHz. En una realización todavía más preferida, la frecuencia de las ondas es de 2,45 GHz. El tratamiento con microondas, en cualquiera de las frecuencias anteriores, tiene lugar durante un periodo entre 10 segundos y 60 minutos.
30 En una realización más preferida, el tratamiento tiene lugar durante un periodo entre 2 y 16 min.

El tratamiento con microondas es más rápido que el calentamiento convencional con otros tratamientos hidrotérmicos conocidos en el sector, como los tratamientos por

convección o conducción. La absorción de energía de las microondas tiene lugar a nivel molecular, lo que permite un rápido aumento de la temperatura de todo el volumen de muestra de forma homogénea. Además, el calentamiento con microondas usa las propiedades dieléctricas de agua contenida en la harina humedecida, y genera
5 directa y rápidamente calor en todo el volumen de la muestra. La diferencia en el tiempo de calentamiento entre el tratamiento con microondas y el tratamiento convencional es muy importante, ya que también ahorra tiempo en la transferencia de calor al material.

10 El tratamiento hidrotérmico de la harina mediante microondas cambia las propiedades fisicoquímicas del almidón presente en el cereal, sin destruir su estructura granular. El grado de modificación depende de la composición del propio almidón, su origen y la relación amilosa/amilopectina, así como de la disposición de las cadenas de almidón dentro de las regiones amorfas y cristalinas de los gránulos nativos. A diferencia de las
15 harinas modificadas obtenidas con el método de la invención, las harinas modificadas obtenidas por otros procesos hidrotérmicos (con exceso de agua), como las harinas pregelatinizadas, tienen destruida la estructura granular del almidón lo que les confiere una mayor solubilidad, mayor velocidad de hidrólisis enzimática y superior digestibilidad. No se pueden obtener productos panaderos a partir de estas harinas
20 pregelatinizadas, dado que no mantienen las propiedades texturales típicas del pan. La conservación de la estructura granular del almidón de la harina se observa en los valores de curva de empastado obtenidos al analizarla.

La harina modificada de la invención tiene cambios en la capacidad espesante,
25 emulgente y estabilizadora en la masa que la comprende, respecto a la misma harina sin modificar. Esto se ha comprobado midiendo sus características de empastado como son los valores de viscosidad de pico, la caída de viscosidad y viscosidad final, así como de la forma de las curvas de empastado. Se ha comprobado que la masas que comprende la harina modificada y los productos preparados a partir de dicha
30 masa, mejoran la apariencia, consistencia, textura y comportamiento a los cambios de temperatura respecto a los productos y masas que comprenden la misma harina sin modificar.

Los cambios inducidos en la harina modificada alteran las propiedades de los geles, lo
35 que provoca cambios reológicos y texturales en las masas y batidos obtenidos a partir de ellas. Como consecuencia, estas alteraciones mejoran el proceso de panificación. En el campo técnico de la invención, se conoce como geles a las mezclas de harina y agua. La harina modificada da lugar a masas de panificación, bollería y galletería con una consistencia mayor que masas con harina de arroz no modificada.

La harina modificada permite además un buen desarrollo de la masa en procesos fermentativos, dando lugar a productos fermentados con buen aspecto externo, volumen y mejores valores de textura (dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y dureza después de 7 días) que el producto elaborado a partir de la harina sin tratar.

La harina modificada además facilita el procesamiento de las masas en los procesos automatizados de la industria para la elaboración de productos de panadería, bollería y galletería.

La harina modificada tiene mayor absorción de agua que la harina sin modificar, lo que da lugar a productos finales que mantienen su frescura y características organolépticas durante un tiempo más prolongado que los productos que comprenden harina sin modificar. En una realización preferida, los productos finales mantienen su frescura y características organolépticas al menos 7 días.

La harina modificada también aumenta la consistencia de las masas y refuerza su estructura, disminuyendo e incluso evitando la utilización de agentes estructurantes como los hidrocoloides y gomas.

Además, la harina modificada no tiene problemas de alveolado y da lugar a masas más consistentes.

Otra realización de la invención se refiere a una masa que comprende la harina modificada obtenida mediante el método descrito anteriormente.

La masa que comprende la harina modificada se caracteriza por tener una viscosidad de pico comprendida entre 0,5 y 2,5 Pascales (Pa). El concepto “viscosidad de pico” en una harina o masa liofilizada está definido en las normas internacionales de la *American Association of Cereal Chemists (AACC)* Método 76-21.01.

Esta masa también está caracterizada por tener una temperatura de empastado comprendida entre 60 °C y 95 °C. El concepto “temperatura de empastado” en una harina o masa liofilizada está definido en las normas internacionales de la *American Association of Cereal Chemists (AACC)* Método 76-21.01.

La masa también se caracteriza por tener un módulo elástico (G') comprendido entre 1400 y 8000 Pa. El concepto “módulo elástico (G')” en una masa se refiere al cociente entre el esfuerzo de cizalla oscilatorio aplicado a la masa en una geometría

propia de un reómetro y la deformación angular provocada en ella, multiplicado por el coseno del ángulo de desfase entre el esfuerzo oscilatorio aplicado y la deformación angular oscilatoria provocada (Steffe, JF, 1992).

- 5 La masa sin gluten también está caracterizada por tener un módulo viscoso (G'') comprendido entre 850 y 5000 Pa. El concepto “módulo viscoso (G'')” en una masa se refiere al cociente entre el esfuerzo de cizalla oscilatorio aplicado a la masa en una geometría propia de un reómetro y la deformación angular provocada en ella, multiplicado por el seno del ángulo de desfase entre el esfuerzo oscilatorio aplicado y la deformación angular oscilatoria provocada (Steffe, JF, 1992).
- 10

En una realización preferida, la masa que comprende la harina modificada obtenida mediante el método descrito en las realizaciones anteriores se caracteriza por tener:

- una viscosidad de pico entre 0,5 y 2,5 Pa;
- 15 - una temperatura de inicio de empastado entre 60 °C y 95 °C;
- un módulo elástico (G') entre 1400 Pa y 8000 Pa;
- un módulo viscoso (G'') entre 850 Pa y 5000 Pa.

La masa que comprende la harina modificada puede aditivos alimentarios. En una realización preferida, la cantidad de aditivo es entre el 0,001 y el 2 % p/p. En una realización más preferida, la masa carece de hidrocoloides.

20

La invención también se refiere a un producto de panadería, bollería o galletería caracterizado por haber sido elaborado a partir de una masa que comprende la harina modificada tal y como se ha descrito anteriormente. En una realización preferida, el producto de panadería tiene una dureza entre 0,05 y 2,5 Newtons (N), más preferiblemente entre 0,2 y 1 N. El concepto de “dureza” en pan se refiere a la resistencia que ofrece una rebanada de pan a la aplicación de una deformación controlada, según la *American Association of Cereal Chemists (AACC)* (2000) Método 74-09.

25

30

El producto de panadería también está caracterizado por tener una elasticidad entre 0,1 y 1,0 (valor absoluto), más preferiblemente entre 0,5 y 0,9. El concepto “elasticidad” en pan se refiere a la capacidad de recuperar la altura inicial una rebanada después de haber sido comprimida para deformarla en una extensión determinada y tras dejar un tiempo de espera especificado para que tenga lugar dicha recuperación. En una realización más preferida, el producto de panadería elaborado con la masa que comprende la harina modificada tiene una dureza entre 0,05 y 2,5 N y una elasticidad entre 0,1 y 1 (valor absoluto).

35

Otra realización se refiere al uso de harina modificada obtenida por el método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, en la fabricación de una masa sin gluten. En otra realización, la harina modificada se usa como ingrediente en la
5 fabricación de masas con estructura interna debilitada. "Masas con estructura interna debilitada" se refiere a las masas batidas, como son las masas obtenidas a partir de materias primas que no contienen gluten. Estas masas requieren de aditivos para mantener su estructura, como por ejemplo hidrocoloides, para reforzar la estructura interna de la masa y que esta pueda trabajarse para dar lugar a productos de aspecto
10 atractivo aptos para el consumo.

La harina modificada se puede usar como ingrediente en la fabricación de productos de panadería, bollería y galletería. El uso de la harina modificada de la invención no requiere la modificación del esquema del proceso, maquinaria o secuencia de etapas
15 implicadas en la fabricación de dichos productos.

La harina modificada puede adicionarse directamente durante la preparación de la masa de los productos de panadería, bollería o galletería, o bien se puede añadir a preparados comercializables para la fabricación dichos productos.
20

Otra realización de la invención se refiere al uso de la harina modificada obtenida por el método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, como ingrediente en la elaboración de productos para el consumo de personas sensibles al gluten. En una realización más preferida, las personas sensibles al gluten son personas a las que
25 se les ha diagnosticado enfermedad celíaca o cualquiera de sus enfermedades asociadas, tales como sensibilidad/intolerancia al gluten no celíaca (SGNC), alergia al trigo, síndrome del intestino irritable o dispepsia funcional entre otras.

La harina modificada, obtenida a partir del método de la presente invención, supera
30 con éxito los problemas detectados en el estado del arte, ya que permite la fabricación de masas y productos panarios, de bollería y de galletería sin gluten con un bajo coste, con características físicas adecuadas (consistencia, textura, fácil procesamiento industrial, mantenimiento de la frescura y características organolépticas al menos 7 días), disminuyendo e incluso evitando la utilización de agentes estructurantes como
35 los hidrocoloides y gomas.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- Figura 1.** Volumen de panes sin gluten hechos con harina de arroz modificada y sin modificar (control) a diferentes concentraciones y condiciones de humedad inicial. A. Tamaño de los panes. B. Tamaño de la rebanada. C: control (harina sin modificar); 1: 30 % p/p harina de arroz tratada con 20 % humedad inicial; 2: 30 % p/p harina de arroz tratada con 30 % humedad inicial; 3: 50 % p/p harina de arroz tratada con 20 % humedad inicial; 4: 50 % p/p harina de arroz tratada con 30 % humedad inicial.
- Figura 2.** Características reológicas de masas elaboradas con harina de arroz modificada. Perfil de viscosidad de las masas tratadas con 20 % de humedad (**A**) y 30 % de humedad (**B**). Las líneas continuas (—) se corresponden con la harina nativa sin tratar (control). Las líneas con puntos discontinuos (•••) corresponden a masas con harina de arroz modificada al 30 % (p/p), las líneas con rayas discontinuas (- -) corresponden con harina de arroz modificada al 50 % (p/p). La línea continua gris (—) se corresponde con el perfil de temperatura.

EJEMPLOS

- Los ejemplos indicados en la presente memoria tienen como objetivo ilustrar la invención, sin limitar por ello su alcance.

Ejemplo 1. Preparación de harina de arroz modificada

- 100 g de harina de arroz con humedad de 30 % se introdujeron en un recipiente cerrado con una lámina plástica perforada. La harina se introdujo en una cámara microondas y se mantuvo en constante movimiento durante el tratamiento.
- A continuación, se aplicó radiación microondas a una frecuencia de 2,45 MHz y 14,3W/g de potencia de materia seca de harina durante 8 minutos. La harina una vez tratada se sacó de la cámara de microondas y se tamizó a través de un tamiz de 0,500 mm.

Ejemplo 2. Preparación de pan a partir de harina de arroz modificada

Se preparó pan de acuerdo con las cantidades indicadas en la Tabla 1, expresadas en g/100 g de harina en base sólido:

Tabla 1. Receta de elaboración de la masa

| Composición | g/100 g |
|----------------------|----------------|
| Harina de arroz | 30-100 |
| Azúcar | 1-10 |
| Sal | 1-5 |
| Derivado de celulosa | 0,2-5 |
| Grasa vegetal | 1-10 |
| Levadura seca | 0,1-10 |
| Agua | 70-130 |

La harina de arroz de la composición puede ser estándar, sin modificar (control) o modificada mediante el tratamiento del ejemplo 1.

5

Todos los ingredientes se amasaron mecánicamente en una amasadora hasta que se alcanzó una masa con una consistencia óptima. Después la masa se dividió en porciones y se introdujo en moldes. Se dejó fermentar durante 40 minutos a 28 °C y a continuación se horneó a 170 °C durante 20 min.

10

La caracterización de los panes obtenidos se realizó midiendo el volumen de cada pan con un medidor láser Volscan. Adicionalmente, se determinó:

- a) la textura de la miga, mediante un texturómetro TA-XT2,
- b) el envejecimiento del pan, midiendo la firmeza de la miga a los 7 días de almacenamiento,
- c) el color de los panes, tanto de la corteza como de la miga.

15

Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

20

Tabla 2: Volumen de los panes

| Muestra | | Volumen (%) |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Control | | 100 |
| Harina de arroz (%) | Humedad inicial (%) | |
| 30 % | 20 % | 112 |
| 50 % | 20 % | 139 |
| 30 % | 30 % | 138 |
| 50 % | 30 % | 129 |

La muestra control se corresponde al pan hecho con la misma receta que la indicada en la Tabla 1, pero con harina sin tratar.

5 Como se observa en la Tabla 2, la presencia de harina de arroz modificada, en todos los casos, incrementa el volumen del pan obtenido respecto al control. El volumen más elevado se obtuvo con la incorporación de un 50 % p/p de harina de arroz modificada con una humedad inicial del 20 %. Asimismo, los panes con 30 % p/p de harina de arroz con 30 % de humedad inicial también obtuvieron un aumento elevado del volumen. Los panes obtenidos se muestran en la **Figura 1**.

10

Como se puede observar, los panes elaborados con la harina modificada de la invención dan lugar a productos con mejor apariencia y textura.

15 A continuación, se midió la calidad del pan en base a los siguientes parámetros: dureza (1), elasticidad (2), cohesividad (3), gomosidad (4) y dureza a 7 días (5). Los parámetros 1, 4 y 5 se miden en newtons, mientras que la cohesividad (2) y la gomosidad (3) no tienen unidades. Para ello se realizó un ensayo tipo TPA (*Texture Profile Analysis*). El análisis de perfil de textura del pan se llevó a cabo con un texturómetro TA-XT2 (Stable Microsystems, UK) con un método estándar (AACC
20 *International Method 74-09*, 2000).

El resultado de este ensayo se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Características texturales de los panes

| Muestra | | 1 (N) | 2 | 3 | 4 (N) | 5 (N) |
|---------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Control | | 0,712 | 0,918 | 0,448 | 0,290 | 2,996 |
| Harina | Humedad inicial | | | | | |
| 30 % | 20 % | 0,439 | 0,776 | 0,441 | 0,151 | 2,179 |
| 50 % | 20 % | 0,345 | 0,626 | 0,447 | 0,100 | 1,297 |
| 30 % | 30 % | 0,281 | 0,659 | 0,448 | 0,081 | 1,407 |
| 50 % | 30 % | 0,400 | 0,596 | 0,479 | 0,107 | 0,912 |

25

En la Tabla 3 se observa los parámetros texturales de la miga de pan que se obtuvo con la adición de diferentes dosis de harina de arroz con diferentes contenidos de humedad inicial.

El estudio del comportamiento reológico de los alimentos es importante en el control de su calidad. Para el caso de la industria panadera, las mediciones de las características reológicas de la harina utilizada es de suma importancia, dado que determinan las características texturales del producto final, que debe ser apto para el consumo.

Para determinar si las masas que comprenden harina de arroz modificada tienen características reológicas adecuadas, se midieron la viscosidad de pico (1), la viscosidad de caída (2), la viscosidad final (3), la temperatura de inicio de empastado (4) y la retrogradación (5) a diferentes concentraciones de humedad, y se comparó con la masa preparada con harina de arroz sin modificar (Control). El ensayo se realizó con un reómetro (Rheo Pro+, Kinexus, Malvern UK) equipado con un accesorio para medir almidón (Starch cell), usando el método estándar 2 (AACC *International Method* 76-21.01 Standard 2, 2000). El resultado se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. Características de empastado de las masas

| Muestra | | 1 (Pa) | 2 (Pa) | 3 (Pa) | 4 (°C) | 5 (Pa) |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control | | 1,607 | 1,090 | 2,189 | 86,1 | 1,102 |
| Harina | Humedad inicial | | | | | |
| 30 % | 20 % | 1,457 | 1,051 | 2,208 | 89,7 | 1,157 |
| 50 % | 20 % | 1,373 | 0,997 | 2,071 | 91,3 | 1,086 |
| 30 % | 30 % | 1,315 | 1,015 | 2,143 | 90,2 | 1,128 |
| 50 % | 30 % | 1,167 | 0,905 | 2,070 | 92,9 | 1,165 |

Los perfiles de viscosidad de las masas preparadas con harinas tratadas se muestran en la **Figura 2**. Los perfiles se obtuvieron mezclando 3,5 g de harina (corregidos al 14 % de humedad) y 25 g de agua. La mezcla dispersa fue calentada durante 1 min a 50 °C, 7 min 30 segundos de 50 a 95 °C, mantenida a 95 °C durante 5 min y enfriada de 95 a 50 °C en 7 min 30 segundos y mantenida a 50 °C durante 2 min.

Los ingredientes de la receta se amasaron durante 12 minutos. Las masas se caracterizaron con un reómetro con placas paralelas serradas (Rheo Pro+, Kinexus, Malvern UK). Los resultados obtenidos en el ensayo de barrido de frecuencias se ajustaron a la ley de la potencia. Los valores del ajuste se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Características reológicas de las masas

| Muestra | | G' (Pa) | G'' (Pa) | tan (δ) = G''/G' |
|---------|-----------------|---------|----------|---------------------------|
| Control | | 1379 | 833 | 0,64 |
| Harina | Humedad inicial | | | |
| 30 % | 20 % | 1517 | 946 | 0,63 |
| 50 % | 20 % | 1404 | 886 | 0,63 |
| 30 % | 30 % | 2329 | 1264 | 0,55 |
| 50 % | 30 % | 3238 | 1485 | 0,49 |

La consistencia de las masas se evalúa a partir de los valores elevados de los módulos viscoelásticos G' y G'' establecidos mediante ensayos reológicos oscilatorios. En la tabla 5 se observa que la harina modificada da lugar a productos con mejor apariencia y textura.

Los resultados obtenidos en la tabla 5, muestran que las masas elaboradas con harina de arroz modificada con el método de la invención son más consistentes que las elaboradas con harina sin modificar, con ambos módulos elástico (G') y viscoso (G'') más altos y valores de tan (δ) menores que los obtenidos en la masa control. De este análisis se concluye que las masas preparadas con harina modificada tienen mejores características físicas que las preparadas con harina sin modificar.

15

BIBLIOGRAFIA

Pérez-Quirce, S *et al.* (2016). Inactivation of endogenous rice flour β -glucanase by microwave radiation and impact on physico-chemical properties of the treated flour. Food and Bioprocess Technology, 9(9), 1562-1573.

Pérez-Quirce, S *et al.* (2017). Effect of microwave radiation pretreatment of rice flour on gluten-free breadmaking and molecular size of β -glucans in the fortified breads. Food and Bioprocess Technology, 10(8), 1412-1421.

25

Steffe, JF. (1992). Rheological methods in food process engineering. 2nd Ed. Freeman Press. USA.

Sumnu, G. (2001). A review on microwave baking of foods. International Journal of Food Science & Technology, 36: 117-127.

30

Villanueva, M *et al.* (2018). Microwave absorption capacity of rice flour. Impact of the radiation on rice flour microstructure, thermal and viscometric properties. *Journal of Food Engineering*, 224, 156-164.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de obtención de harina modificada para la elaboración de masas sin gluten que comprende:
- a) obtención de harina de cereal sin gluten;
 - b) humidificación de la harina del paso a); y
 - c) tratamiento de la harina humedecida del paso b) con microondas.
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la harina humedecida en el paso b) comprende un 15 - 35 % p/v de agua.
- 15 3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el paso c) tiene lugar a frecuencia de entre 0,5 y 3 GHz durante un periodo entre 10 segundos y 60 minutos.
- 20 4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el paso c) tiene lugar a frecuencia de entre 0,913 y 30 GHz durante un periodo entre 2 segundos y 16 minutos.
- 25 5. Masa que comprende la harina modificada obtenida mediante el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Masa de acuerdo con la reivindicación 5 caracterizada por tener:
- viscosidad de pico entre 0,5 y 2,5 Pa;
 - temperatura de inicio de empastado entre 60 °C y 95 °C;
 - módulo elástico (G') entre 1400 Pa y 8000 Pa;
 - módulo viscoso (G'') entre 850 Pa y 5000 Pa.
- 30 7. Masa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizada porque adicionalmente comprende al menos un aditivo entre 0,001 y 2 % p/p.
- 35 8. Producto de panadería, bollería o galletería caracterizado porque ha sido elaborado con una masa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7.
9. Producto de panadería de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque tiene una dureza entre 0,05 a 2,5 N y una elasticidad entre 0,1 y 1.

10. Uso de la harina modificada obtenida de acuerdo con el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 como ingrediente en la fabricación de una masa sin gluten.
- 5 11. Uso de la harina modificada obtenida de acuerdo con el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, como ingrediente en la fabricación de productos de panadería, bollería y galletería sin gluten.
- 10 12. Uso de la harina modificada obtenida de acuerdo por el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, como ingrediente en la elaboración de productos para el consumo de personas sensibles al gluten.

FIGURA 1

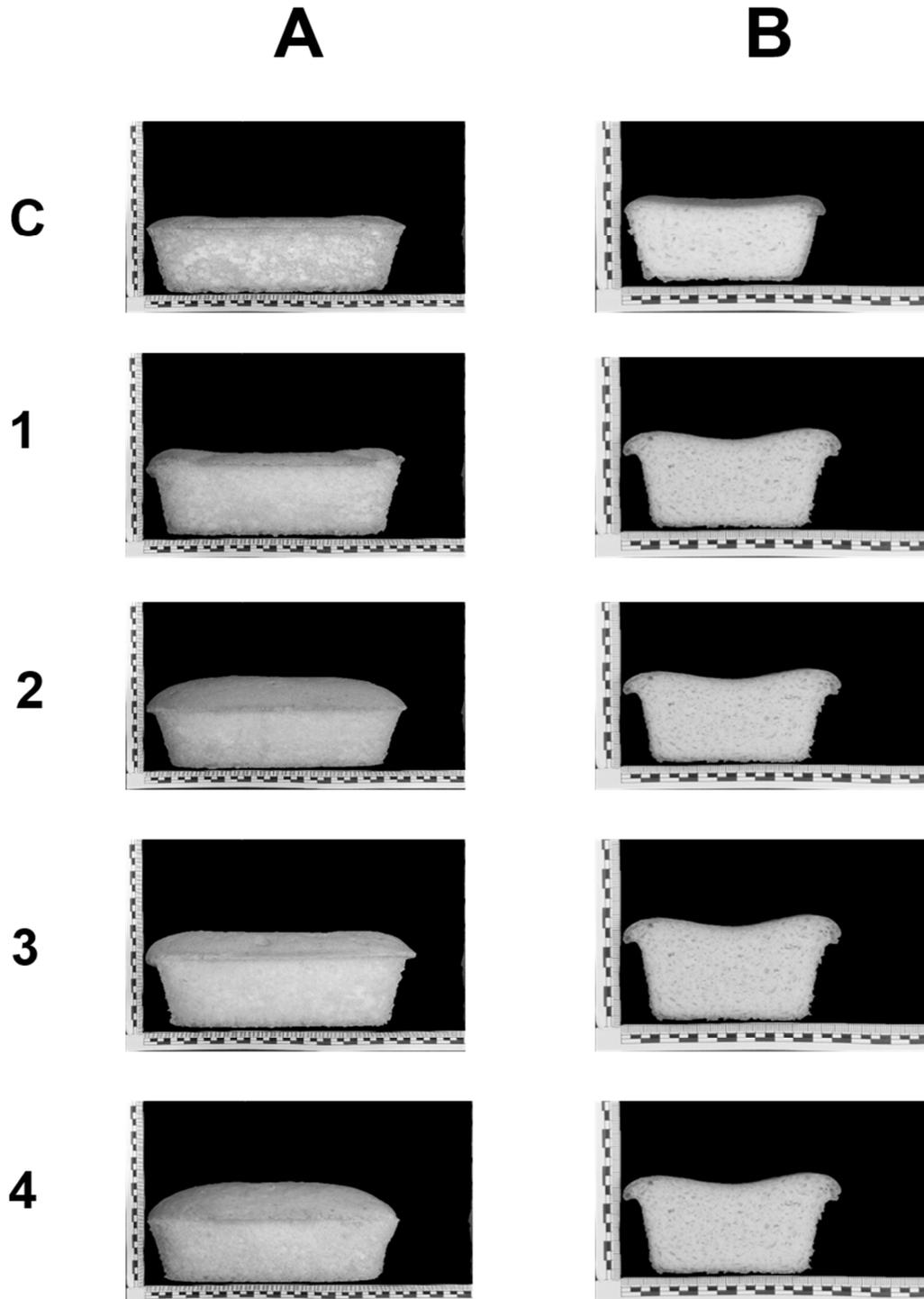
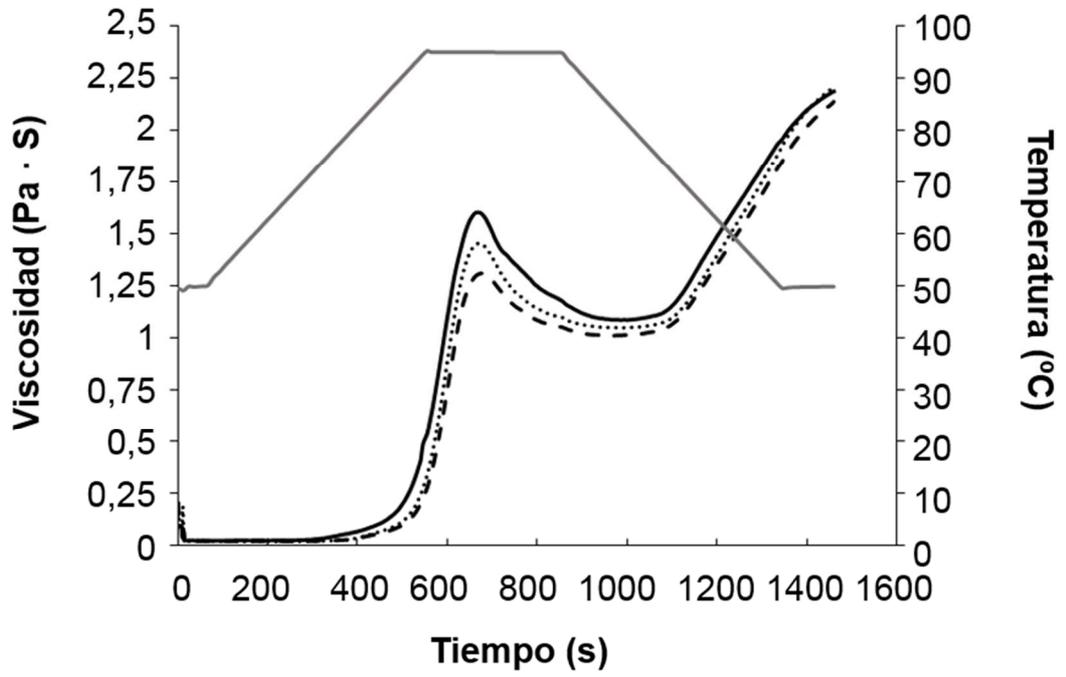
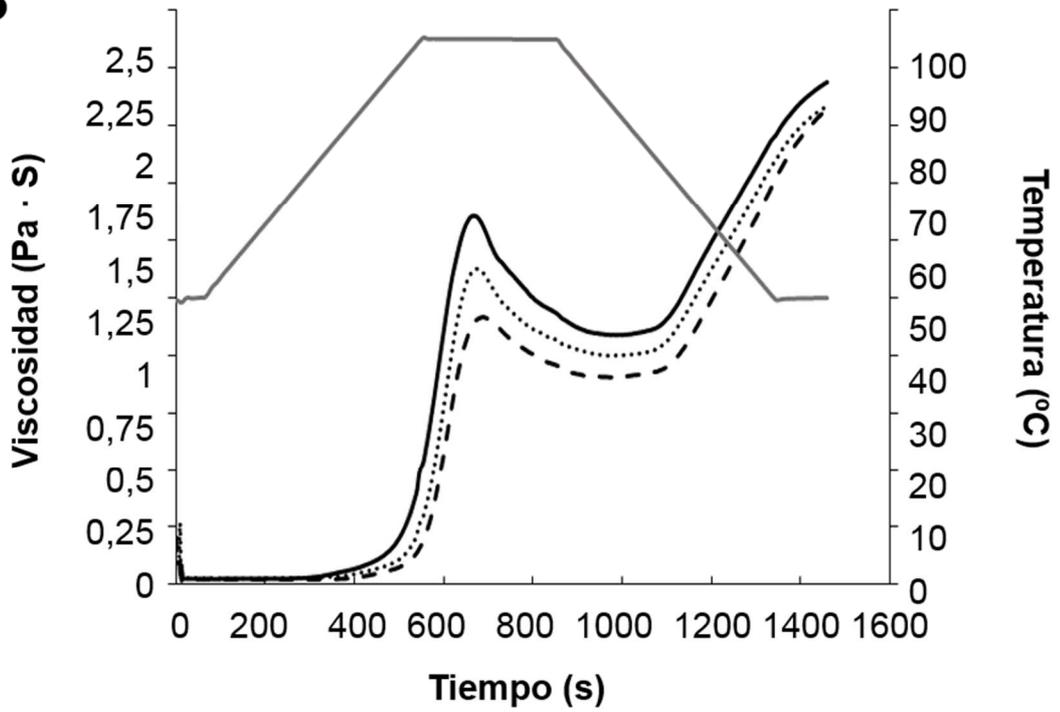


FIGURA 2

A



B





- ②① N.º solicitud: 201830851
②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.08.2018
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 | PÉREZ-QUIRCE, S. et al. Inactivation of Endogenous Rice Flour β -Glucanase by Microwave Radiation and Impact on Physico-chemical Properties of the Treated Flour. Food and Bioprocess Technology, 2016, Vol. 9, Páginas 1562-1573 [en línea][recuperado el 25/06/2019]. . todo el documento. | 1-2, 5 |
| A | PÉREZ-QUIRCE, S. et al. Effect of microwave radiation pre-treatment of rice flour on gluten-free breadmaking and molecular size of beta-glucans in the fortified breads. Food Bioprocess Technology, 2017, Vol. 10, Páginas 1412-1421 [en línea][recuperado el 25/06/2019]. . todo el documento. | 1-2, 5, 8, 10-12 |
| A | VILLANUEVA, M. et al. Microwave absorption capacity of rice flour. Impact of the radiation on rice flour microstructure, thermal and viscometric properties. Journal of Food Engineering, 2018, Vol. 224, Páginas 156-164 [en línea][recuperado el 25/06/2019]. . Todo el documento. | 1-2, 5 |
| A | US 20050037122 A1 (FUKUMORI, K.) 17/02/2005, reivindicaciones 1, 3-7 | 1, 5, 7-8, 10-12 |

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
01.07.2019

Examinador
I. Galíndez Labrador

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A21D13/047 (2017.01)

A21D13/066 (2017.01)

A21D6/00 (2006.01)

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

A21D

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, FSTA