

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 591**

51 Int. Cl.:

B02B 1/06 (2006.01)

B02B 1/08 (2006.01)

B02B 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2017** **PCT/EP2017/079517**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2018** **WO18091615**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2017** **E 17811208 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.12.2021** **EP 3541521**

54 Título: **Proceso para la producción de harina integral**

30 Prioridad:

21.11.2016 IT 201600117537

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

09.05.2022

73 Titular/es:

VOMM IMPIANTI E PROCESSI S.P.A. (100.0%)
Via Curiel 252
20089 Rozzano (MI), IT

72 Inventor/es:

VEZZANI, MASSIMO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 909 591 T3

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

DESCRIPCIÓN

Proceso para la producción de harina integral

5 Campo de aplicación

La presente invención se refiere al sector de la industria alimentaria. Más particularmente, la invención se refiere a un proceso para la producción de harina integral obtenida a partir de cereales.

10 Técnica anterior

Los cereales (por ejemplo, trigo, arroz, maíz, cebada, sorgo, etc.) se consumen en todo el mundo como base de una dieta alimentaria ya que son la fuente principal de carbohidratos debido al alto contenido de almidón del endospermo que se encuentra en la parte central de la cariósida.

15 Considerando, por ejemplo, trigo, las siguientes capas, que forman el salvado, se ubican de la siguiente manera en la cariósida, comenzando desde el exterior: pericarpio, testa, capa nuclear (o capa hialina) y aleurona, mientras que la parte interna consiste en endospermo y germen.

20 El producto de harina es el principal producto obtenido a partir del proceso de molienda del trigo blando y consiste en las partes amiláceas más internas de la cariósida (endospermo) después de la separación de las partes más externas (el salvado, que representa aproximadamente el 15 % del contenido total de la cariósida, y el germen, que forma aproximadamente el 3 %) tradicionalmente destinadas a la alimentación de ganado.

25 La harina se produce convencionalmente rompiendo (moliendo) las cariósidas como tales, seguido de tamización de los fragmentos producidos, que pueden contener solo endospermo o partes de endospermo acompañadas de salvado y germen. Los fragmentos mencionados anteriormente se transportan entonces para etapas sucesivas de molienda y separación destinadas a liberar y separar en la medida de lo posible las fracciones de endospermo de los otros componentes de la cariósida.

30 Tradicionalmente los productos de harinas "blancas", concretamente, se usan productos de harinas refinadas donde el salvado se retira casi por completo, debido a que estos productos de harinas refinadas pueden almacenarse durante mucho tiempo a temperatura ambiente.

35 Durante las últimas décadas, sin embargo, ha habido una reevaluación del valor nutricional de la harina de cereales "integral", es decir, harina que contiene la mayor cantidad posible de los componentes originales de la cariósida, y por lo tanto también el salvado.

40 De hecho, el salvado contiene diversas sustancias, tales como fibras alimenticias (insolubles y solubles), minerales, vitaminas, lípidos y otros componentes que tienen una acción protectora (antioxidante) en el metabolismo celular y en fenómenos de envejecimiento y existe un reconocimiento unánime de los beneficios resultantes del consumo diario de productos integrales.

Los comentarios anteriores hechos con referencia al trigo también son aplicables a otros cereales.

45 Sin embargo, la harina integral obtenida por medio de una simple molienda de las cariósidas como tal, omitiendo las etapas de separación de salvado y germen, tiene el inconveniente de malas propiedades de conservación.

50 Por lo tanto, se han adoptado procesos para la producción de harina de cereales, que comprenden la retirada preliminar de las capas externas de la cariósida por medio de operaciones de fricción y abrasión, antes de la molienda de las cariósidas. Ejemplos de estos procesos se ilustran en las solicitudes de patente EP 0 295 774, EP 0 373 274 y WO 2004/028694.

55 Los productos de harinas integrales que están disponibles comercialmente se obtienen añadiendo a un producto de harina "blanca", obtenido esencialmente a partir del endospermo solo, el salvado obtenido por medio de las operaciones de abrasión y descascarillado mencionadas anteriormente, después de que el mismo se haya sometido a un tratamiento de molienda de nuevo, para reducir el tamaño de partícula, y tratamiento de estabilización térmica, con el fin de prevenir la oxidación provocada por la degradación enzimática.

60 De hecho, el salvado obtenido de esta manera está sometido a degradación, incluso después de un corto período de tiempo, debido a la aparición de reacciones de oxidación (rancidez) que afectan a los componentes lipídicos presentes en el salvado, que también puede contener partes de germen muy ricas en lípidos. La rancidez generalmente se provoca por la activación de enzimas (lipasa y lipoxigenasa) que están presentes en el salvado y atacan la parte lipídica presente.

65 Por consiguiente, se han realizado intentos para prevenir este fenómeno desactivando estas enzimas con calor. El

tratamiento térmico del salvado, sin embargo, además de implicar costes adicionales, puede dar como resultado el oscurecimiento del salvado, la creación de sabores desagradables y degradación química que afecta a la parte lipídica.

Los productos de harinas integrales obtenidos mediante la adición de productos de harinas "blancas" de salvado obtenido mediante operaciones de abrasión y descascarillado y sometido a tratamiento térmico de estabilización, aparte de no ser auténticos productos de harinas "integrales", tienen características organolépticas que a menudo son insatisfactorias después de tal tratamiento térmico.

El documento WO 2016/120234 da a conocer un proceso para la producción de una harina de leguminosas que comprende las etapas de: proporcionar un reactor de tratamiento térmico húmedo, alimentar un flujo continuo de harina y un flujo continuo de agua al interior del reactor, centrifugar los flujos mencionados anteriormente contra la pared interna del reactor, descargar un flujo continuo de una harina húmeda, proporcionar un reactor de tratamiento y deshidratación térmicos, alimentar la harina húmeda al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos, centrifugar y hacer que la harina húmeda avance dentro del reactor, y descargar un flujo continuo de harina de leguminosas que tiene un contenido de humedad de entre el 2 % y el 15 %.

Por lo tanto, el problema subyacente a la presente invención ha sido el de proporcionar una harina que pueda definirse correctamente como "integral", ya que se ha obtenido a partir de la molienda de la cariósida completa, pudiendo dicha harina almacenarse durante un largo período de tiempo a temperatura ambiente sin verse afectada por rancidez o degradación y teniendo propiedades organolépticas óptimas.

Sumario de la invención

Este problema se ha resuelto, según la invención, proporcionando un proceso para la producción de una harina de cereal integral, que comprende las etapas de:

a) moler cariósidas de cereal para dar partículas de no menos de 2 mm de diámetro;

b) proporcionar un reactor de tratamiento térmico húmedo que comprende un cuerpo tubular cilíndrico con eje horizontal, que tiene al menos una abertura para la introducción de las cariósidas molidas de la etapa a) y agua o una solución acuosa y al menos una abertura de descarga, una camisa de calentamiento para elevar la temperatura de dicho cuerpo tubular a una temperatura de al menos 80 °C, y un rotor, dispuesto dentro del cuerpo tubular cilíndrico y que comprende un árbol dotado de elementos que sobresalen radialmente desde el mismo;

c) alimentar un flujo continuo de dichas cariósidas molidas al interior de dicho reactor, en el que el rotor se hace rotar a una velocidad mayor que o igual a 150 rpm;

d) alimentar al interior de dicho reactor, junto con dicho flujo de cariósidas molidas, un flujo continuo de agua o disolución acuosa, que se dispersa en gotitas diminutas;

e) centrifugar dichos flujos contra la pared interna del reactor, formando de ese modo una capa fluida, tubular, delgada, dinámica, altamente turbulenta, en la que las partículas de las cariósidas molidas y las gotitas de agua o disolución acuosa se mantienen mecánicamente en contacto íntimo por los elementos que sobresalen radialmente de dicho rotor, mientras que avanzan en contacto sustancial con dicha pared interna del reactor hacia la abertura de descarga;

f) descargar desde la abertura de descarga un flujo continuo de partículas de cariósidas molidas húmedas (contenido de humedad del 20-30 %);

g) proporcionar un reactor de tratamiento y deshidratación térmicos, que comprende un cuerpo tubular cilíndrico con eje horizontal, que tiene al menos una abertura de entrada y al menos una abertura de descarga, una camisa de calentamiento para elevar la temperatura de dicho cuerpo tubular a una temperatura predeterminada y un rotor dispuesto dentro del cuerpo tubular cilíndrico y que comprende un árbol dotado de elementos que sobresalen radialmente desde el mismo;

h) alimentar dichas cariósidas molidas húmedas al interior de dicho reactor a través de la al menos una abertura de entrada, manteniéndose la pared interna del reactor a una temperatura de al menos 100 °C por medio de dicha camisa de calentamiento y haciéndose rotar el rotor a una velocidad de al menos 150 rpm;

i) centrifugar y hacer que dichas cariósidas molidas húmedas avancen dentro del reactor por medio de la acción de dicho rotor;

l) descargar desde la abertura de descarga del reactor un flujo continuo de cariósidas molidas que tienen un contenido de humedad de entre el 2 % y el 15 %.

m) someter dichas cariósidas molidas a una etapa de molienda adicional, para reducir el tamaño de partícula a un valor menor que o igual a 0,5 mm, obteniendo de ese modo dicha harina integral.

Preferiblemente, en la etapa d), se alimenta un flujo continuo de vapor al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo a través de la al menos una abertura de entrada mencionada anteriormente.

5 Preferiblemente, al mismo tiempo que la alimentación del flujo mencionado anteriormente de cariósides molidas húmedas al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos según la etapa h), un flujo de gas, preferiblemente aire, calentado a una temperatura de al menos 100 °C, también se alimenta al interior de este reactor, a través de la al menos una abertura de entrada mencionada anteriormente.

10 La disolución acuosa mencionada anteriormente puede contener uno o más ingredientes solubles en agua, seleccionadas del grupo que comprende sales, en particular, cloruro de sodio, saborizantes, vitaminas solubles en agua, en particular, ácido ascórbico, y antioxidantes naturales.

15 La temperatura de la pared interna del reactor para el tratamiento térmico húmedo se mantiene preferiblemente a 100-160 °C, convenientemente a 100-120 °C.

La velocidad de rotación del rotor del reactor para el tratamiento térmico húmedo se ajusta preferiblemente a 500-3000 rpm.

20 El tiempo de residencia de las cariósides molidas dentro del reactor de tratamiento térmico húmedo está preferiblemente entre 20 y 60 segundos.

La temperatura de la pared interna del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos se mantiene preferiblemente a 120-280 °C, convenientemente a 150-190 °C.

25 La velocidad de rotación del rotor del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos se ajusta preferiblemente a 300-1200 rpm.

30 La temperatura del flujo de gas alimentado al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos está preferiblemente entre 120 °C y 250 °C, convenientemente entre 140 °C y 190 °C.

El tiempo de residencia de las cariósides molidas dentro del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos está preferiblemente entre 30 y 70 segundos.

35 El agua o la disolución acuosa alimentada al tratamiento térmico húmedo tiene preferiblemente una temperatura de 80-110 °C, convenientemente 90-110 °C.

40 La relación entre el caudal del agua o la disolución acuosa alimentada al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo y el caudal de las partículas de cariósides molidas húmedas alimentadas al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo está comprendida preferiblemente entre 1:10 y 1:2, convenientemente entre 1:4 y 1:2,5.

Los elementos mencionados anteriormente que sobresalen radialmente desde el árbol de rotor pueden ser, por ejemplo, de tipo barra o en forma de álabes o palas en forma de V o batidores.

45 El proceso según la invención también puede comprender, antes de la etapa b) mencionada anteriormente, una etapa donde las cariósides de cereal mencionadas anteriormente molidas para dar partículas de diámetro de no menos de 2 mm se sumergen en agua a 80-100 °C durante un tiempo de entre 15 y 60 minutos.

Se entiende que "harina" significa un producto finamente dividido que se obtiene a partir de la molienda de semillas de cereales y puede estar en forma de producto de harina, semolina o gránulos finos.

50 Se entiende que el término "cereales" significa plantas que pertenecen a diferentes familias, en particular *Gramineae* (trigo, arroz, cebada, centeno, avena, maíz, sorgo y tef), *Polygonaceae* (trigo sarraceno), *Amaranthaceae* (amaranto) y *Chenopodiaceae* (quinoa).

55 La harina integral obtenida con el proceso según la presente invención es particularmente adecuada para la fabricación de productos de panadería que, en comparación con los productos de panadería elaborados con producto de harina refinada, tienen la ventaja principal de que contienen los componentes de alto valor nutricional presentes en el salvado (fibra, minerales, vitaminas), mientras que al mismo tiempo tienen propiedades organolépticas/estructurales (color, sabor, textura) completamente comparables a las de productos correspondientes obtenidos a partir de la harina completamente libre de salvado. Además, estas propiedades organolépticas/estructurales permanecen sustancialmente sin cambios durante toda la vida útil del producto terminado.

65 Esto probablemente se debe al hecho de que el tratamiento llevado a cabo en las partículas de cariósides molidas en el reactor permite que las enzimas (lipasa y lipoxigenasa) presentes en el salvado se desactiven, evitando que ataquen la parte lipídica presente en el salvado y provoquen reacciones de oxidación, dando como resultado rancidez. Además, el tiempo de residencia relativamente corto de las cariósides molidas dentro del reactor de tratamiento

térmico húmedo evita los inconvenientes encontrados en el tratamiento térmico de la técnica anterior realizado en el salvado que se añade al producto de harina blanca para "recrear" un producto de harina "integral". Tal tratamiento térmico de hecho da como resultado el oscurecimiento del salvado, la creación de sabores anómalos (quemados o amargos) y la activación de la degradación química de la fracción lipídica (debido al calor).

Breve descripción de los dibujos

Características y ventajas adicionales de la presente invención surgirán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada proporcionada con referencia a la única figura adjunta (figura 1), que muestra en forma esquemática una realización de una planta para implementar el proceso según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Con referencia a la figura mencionada anteriormente, un aparato usado para el proceso según la presente invención comprende un reactor de tratamiento térmico húmedo que consiste esencialmente en un cuerpo tubular cilíndrico 1, cerrado en los extremos opuestos por las placas de extremo 2, 3 y dotado coaxialmente de una camisa de calentamiento/enfriamiento destinada a ser atravesada por un fluido, por ejemplo, aceite diatérmico, para mantener la pared interna del cuerpo 1 a una temperatura predefinida.

El cuerpo tubular 1 está dotado de aberturas de entrada 5, 6 y 10, es decir, 5 para el agua o disolución acuosa, 6 para las cariósides y 10 para el vapor, así como una abertura de descarga 7.

El cuerpo tubular 1 soporta de manera rotatoria un rotor 8 que comprende un árbol 8 dotado de elementos que sobresalen radialmente desde el mismo en forma de palas 9 que están dispuestas helicoidalmente y orientadas para centrifugar y al mismo tiempo transportar hacia la salida los flujos de cariósides molidas y agua o disolución acuosa.

Se proporciona un motor M para el funcionamiento del rotor a velocidades variables que varían desde 150 hasta 3000 rpm.

Al salir del reactor, las cariósides húmedas se alimentan a través de una tubería 11, que comunica con la abertura de descarga 7 del reactor de tratamiento térmico húmedo, al dispositivo inyector 51.

El cuerpo del dispositivo inyector 51 tiene una forma tubular y está dotado de una abertura de entrada 55 que recibe las cariósides molidas desde la tubería 11, y una abertura de salida 57.

El cuerpo tubular 51 soporta de manera rotatoria un rotor de palas o tornillo 58 que imparte a las cariósides molidas húmedas un empuje de avance hacia la abertura de salida 57 para transportar dichas cariósides molidas húmedas a la abertura de entrada 105 de un reactor de tratamiento y deshidratación térmicos 101. Este reactor 101, que tiene una estructura completamente similar al reactor de tratamiento húmedo mencionado anteriormente, no se describe en detalle. Los componentes del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos que son idénticos a los del reactor de tratamiento térmico húmedo se indican con los mismos números de referencia aumentados en 100.

Las cariósides molidas secas que salen desde el reactor de tratamiento y deshidratación térmicos se transportan a un recipiente de almacenamiento 18 que las separa del vapor y el aire que también salen desde este reactor.

Finalmente, las cariósides molidas secas se alimentan a un molino de cereales convencional para reducir adicionalmente el tamaño de partícula y obtener la harina de cereal integral correspondiente.

La harina de cereal integral obtenida con el proceso según la presente invención, además de las ventajas mencionadas anteriormente (presencia de componentes con un alto valor nutricional (fibra, minerales, vitaminas) junto con propiedades organolépticas/estructurales completamente similares a las de la harina totalmente libre de salvado correspondiente y una larga vida de almacenamiento a temperatura ambiente, ofrece la ventaja adicional de tiempos de cocción rápidos en comparación con la harina integral conocida anteriormente.

Esto se debe al hecho de que el tratamiento térmico húmedo llevado a cabo en las cariósides molidas da como resultado la gelatinización parcial del almidón contenido en las mismas.

Por consiguiente, las mezclas para diferentes tipos de productos de panadería (pan, tartas, galletas, etc.) obtenidos con la harina integral producida por el proceso según la invención requiere un tiempo de cocción en horno que es sustancialmente más corto que el requerido por las mezclas preparadas con harina integral convencional (pero también harina no integral). El tiempo de cocción puede reducirse en aproximadamente un 30-40%.

Ejemplo 1

El reactor de tratamiento térmico húmedo 1, en el que el rotor de palas 8 se hizo rotar a una velocidad de 700 rpm, se alimentó continuamente, a través de la abertura 6, con un flujo de cariósides de trigo blando de molienda basta de

antemano dentro de un molino para obtener partículas con un diámetro de no menos de 2 mm (diámetro promedio de 2,5 mm) (80 kg/h) que tiene un contenido de humedad de un 13,5 %. Al mismo tiempo, se alimentó continuamente un flujo de agua a 80 °C (20 kg/h) a través de la abertura 5, y se alimentó continuamente un flujo de vapor (15 kg/h) a través de la abertura 10 a 105 °C.

Inmediatamente en la entrada del reactor 1, el flujo de cariósides se dispersó mecánicamente para dar partículas que se centrifugaron inmediatamente contra la pared interna del reactor, donde se formó una capa fluida, tubular, dinámica, delgada. Al mismo tiempo, el agua alimentada a través de la abertura 5 finamente se atomizó por las palas del rotor 8 que también realizaron la centrifugación inmediata de las gotitas muy finas obtenidas. Estas gotitas se introdujeron de ese modo al interior de la capa de partículas fluida, tubular, dinámica, delgada, con la que fueron capaces de interactuar íntimamente, en presencia también del vapor alimentado a través de la abertura 10. La velocidad de rotación del rotor de palas 8 fue de 700 rpm.

Después de un tiempo de residencia promedio de aproximadamente 30 segundos dentro del reactor, un flujo de cariósides molidas, húmedas, tratadas térmicamente se descargó continuamente desde la abertura 7. Las cariósides molidas húmedas en cuestión tenían un contenido de humedad del 26,2 %.

Estas cariósides molidas húmedas se alimentaron continuamente al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos 101, a través del inyector 51, a un caudal de 80 kg/h, en paralelo con un flujo de aire a una temperatura de 180 °C (caudal de 385 m³/h).

Dentro del reactor 101, la temperatura de pared se controló para permanecer a un valor de 180 °C, mientras que la velocidad de rotación del rotor de palas 108 se mantuvo constantemente a 1000 rpm.

Después de un tiempo de residencia promedio de 20 segundos dentro del reactor, las cariósides molidas con un contenido de humedad del 12 % se descargaron continuamente del mismo.

Las cariósides molidas se alimentaron luego a un molino de cilindros donde se sometieron a una molienda adicional hasta que se obtuvo un producto de harina integral de trigo blando con un tamaño de grano menor que o igual a 300 µm (diámetro).

Ejemplo 2

Se preparó una masa para galletas de masa quebrada con la composición que se muestra a continuación usando el producto de harina integral de trigo blando según el ejemplo 1:

Ingredientes	% (en peso del peso total)
Producto de harina integral de trigo blando según el ejemplo 1	56,00
Azúcar	16,55
Grasas vegetales	13,00
Sal	0,30
Agentes de fermentación	0,35
Agua	6,80
Huevo	5,00
Total	100,00

Los ingredientes de la galleta de masa quebrada se trabajaron usando métodos de amasado convencionales dentro de una máquina planetaria con batidor, mezclando azúcar y grasa de la receta base hasta obtener una masa homogénea y luego añadiendo los ingredientes restantes.

La masa de ese modo obtenida se sometió luego a operaciones de formación convencionales que dieron como resultado productos semiacabados con la forma de las galletas de masa quebrada deseadas que luego se cocieron en un horno a una temperatura de 200 °C durante 6 minutos.

Ejemplo 3 (comparativo)

Para fines de comparación, se prepararon galletas de masa quebrada a partir de una masa que tenía una composición similar a la descrita anteriormente, pero en la que se usó un producto de harina de tipo 0 en lugar del producto de harina integral de trigo blando del ejemplo 1. Las etapas de procesamiento del ejemplo 1 se repitieron de manera idéntica.

Sin embargo, el tiempo necesario para obtener la cocción en horno de las galletas de masa quebrada a 200 °C fue de 9 minutos.

Las galletas de masa quebrada obtenidas de los ejemplos 2 y 3 se sometieron a evaluación por un panel de catadores formados que dieron su opinión sobre diversas características de las galletas, tal como la apariencia general, la consistencia cuando se saborea, la friabilidad y la fragancia, dando una puntuación de 1 a 10 para cada una de las características evaluadas. La puntuación promedio global fue de 8,1 para la galleta de masa quebrada según los ejemplos 2 y 8,2 para la galleta de masa quebrada según el ejemplo 3, concretamente, la misma evaluación sustancialmente, a pesar de la presencia en la galleta de masa quebrada según el ejemplo 2 de una cantidad significativa de salvado, que, como se sabe bien, tiende a tener un efecto negativo sobre las propiedades organolépticas y estructurales de los productos de horno.

También se prepararon *brioche*s, cruasanes y tartas preparados usando tanto masas de pastelería de tipo danés como de batidor usando el producto de harina integral del ejemplo 2, nuevamente con resultados óptimos en cuanto a propiedades organolépticas/estructurales y confirmando en todos los casos la reducción sustancial en los tiempos de cocción mencionados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la producción de una harina de cereales integral, que comprende las etapas de:
 - a) moler cariósides de cereal para dar partículas de no menos de 2 mm de diámetro;
 - b) proporcionar un reactor de tratamiento térmico húmedo que comprende un cuerpo tubular cilíndrico (1) con eje horizontal, que tiene al menos una abertura de entrada (5, 6, 10) para la introducción de las cariósides molidas de la etapa a) y agua o una disolución acuosa y al menos una abertura de descarga (7), una camisa de calentamiento (4) para elevar la temperatura de dicho cuerpo tubular a una temperatura de al menos 80 °C, y un rotor (8), dispuesto dentro del cuerpo tubular cilíndrico y que comprende un árbol dotado de elementos (9) que sobresalen radialmente desde el mismo;
 - c) alimentar un flujo continuo de dichas cariósides molidas al interior de dicho reactor, en el que el rotor se ajusta en rotación a una velocidad mayor que o igual a 150 rpm;
 - d) alimentar al interior de dicho reactor, junto con dicho flujo de cariósides molidas, un flujo continuo de agua o disolución acuosa, que se dispersa en gotitas diminutas;
 - e) centrifugar dichos flujos contra la pared interna del reactor, formando de ese modo una capa fluida, tubular, delgada, dinámica, altamente turbulenta, en la que las partículas de las cariósides molidas y las gotitas de agua o disolución acuosa se mantienen mecánicamente en contacto íntimo por los elementos que sobresalen radialmente (9) de dicho rotor (8), mientras que avanzan en contacto sustancial con dicha pared interna del reactor hacia la abertura de descarga (7);
 - f) descargar desde la abertura de descarga un flujo continuo de partículas de cariósides molidas húmedas (contenido de humedad del 20-30 %);
 - g) proporcionar un reactor de tratamiento y deshidratación térmicos, que comprende un cuerpo tubular cilíndrico (101) con eje horizontal, que tiene al menos una abertura de entrada (105) y al menos una abertura de descarga (107), una camisa de calentamiento (104) para elevar la temperatura de dicho cuerpo tubular a una temperatura predeterminada, y un rotor (108) dispuesto dentro del cuerpo tubular cilíndrico y que comprende un árbol dotado de elementos (109) que sobresalen radialmente desde dicho árbol;
 - h) alimentar dichas cariósides molidas húmedas al interior de dicho reactor a través de la al menos una abertura de entrada (105), manteniéndose la pared interna del reactor a una temperatura de al menos 100 °C por medio de dicha camisa de calentamiento (104) y haciéndose rotar el rotor (108) a una velocidad de al menos 150 rpm;
 - i) centrifugar y hacer que dichas cariósides molidas húmedas avancen dentro del reactor por medio de la acción de dicho rotor;
 - j) descargar desde la abertura de descarga (107) del reactor un flujo continuo de cariósides molidas con un contenido de humedad de entre el 2 % y el 15 %;
 - m) someter dichas cariósides molidas a una etapa de molienda adicional, para reducir el tamaño de partícula a un valor menor que o igual a 0,5 mm, obteniendo de ese modo dicha harina integral.
2. El proceso según la reivindicación 1, en el que, en dicha etapa d), se alimenta un flujo continuo de vapor al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo a través de dicha al menos una abertura de entrada (10).
3. El proceso según la reivindicación 1 o 2, en el que, al mismo tiempo que se alimenta dicho flujo de partículas de cariósides molidas húmedas al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos en dicha etapa h), un flujo de un gas, preferiblemente aire, calentado a una temperatura de al menos 100 °C también se alimenta al interior de dicho reactor, a través de dicha al menos una abertura de entrada.
4. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la temperatura de la pared interna del reactor de tratamiento térmico húmedo se mantiene a 100-160 °C, preferiblemente a 100-120 °C.
5. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la velocidad de rotación del rotor (8) del reactor de tratamiento térmico húmedo se ajusta a 500-3000 rpm.
6. El proceso según la reivindicación 5, en el que el tiempo de residencia de dichas cariósides molidas dentro del reactor de tratamiento térmico húmedo está entre 20 y 60 segundos.
7. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la temperatura de la pared interna del

reactor de tratamiento y deshidratación térmicos se mantiene a 120-280 °C, preferiblemente a 150-190 °C.

8. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la velocidad de rotación del rotor (108) del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos se ajusta a 300-1200 rpm.

9. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 3-8, en el que la temperatura del flujo de gas alimentado al interior del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos está entre 120 °C y 250 °C, preferiblemente entre 140 °C y 190 °C.

10. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el tiempo de residencia de las cariósides molidas dentro del reactor de tratamiento y deshidratación térmicos está entre 30 y 70 segundos.

11. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el agua o disolución acuosa alimentada al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo tiene una temperatura de 80-110 °C, preferiblemente 90-100 °C.

12. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que la relación entre el caudal del agua o disolución acuosa alimentada al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo y el caudal de las partículas de cariósides molidas húmedas alimentadas al interior del reactor de tratamiento térmico húmedo está comprendida entre 1:10 y 1:2, preferiblemente entre 1:4 y 1:2,5.

13. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que dichos elementos (9, 109) que sobresalen radialmente desde el árbol de rotor (8, 108) son de tipo barra o en forma de palas, palas en forma de V o batidores.

14. El proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el que dichas cariósides de cereal molidas para dar partículas con un diámetro de no menos de 2 mm de la etapa a) se sumergen en agua a 80-100 °C durante un tiempo de entre 15 y 60 minutos, antes de alimentarse al interior de dicho reactor de tratamiento térmico húmedo.

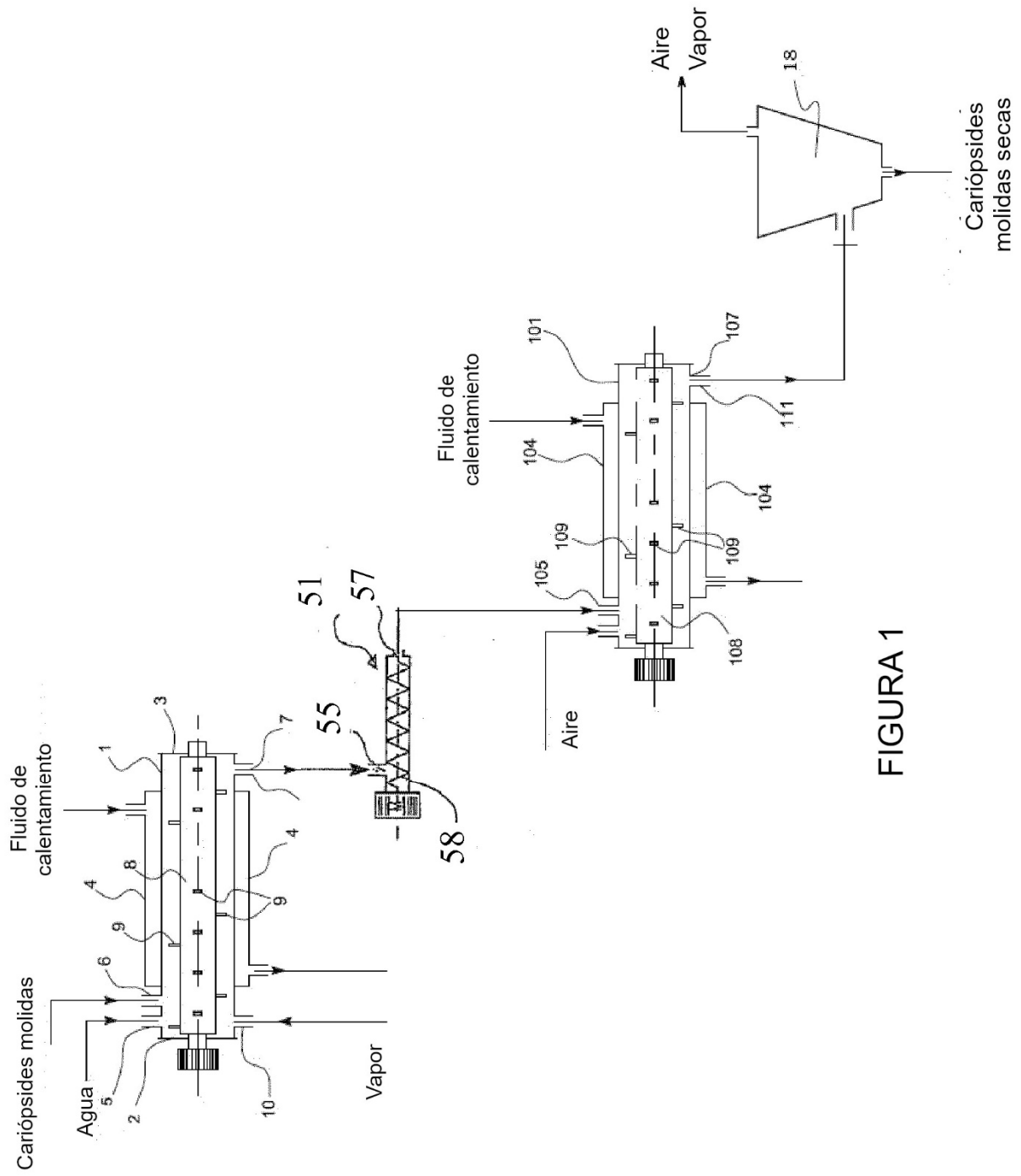


FIGURA 1