

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 114**

51 Int. Cl.:

**A23K 40/25** (2006.01)  
**A23K 50/42** (2006.01)  
**A23L 2/39** (2006.01)  
**A23L 2/44** (2006.01)  
**B01J 2/20** (2006.01)  
**B29B 9/06** (2006.01)  
**A23L 7/10** (2006.01)  
**A23P 10/20** (2006.01)  
**A23P 30/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2020** **PCT/EP2020/080595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2021** **WO21089442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2020** **E 20797488 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024** **EP 4054349**

54 Título: **Producto alimenticio extruido que comprende salvado y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

**04.11.2019 EP 19206890**

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

**17.01.2025**

73 Titular/es:

**SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A. (100.00%)**  
**Avenue Nestlé 55**  
**1800 Vevey, CH**

72 Inventor/es:

**CHANVRIER, HÉLÈNE, MICHÈLE, JEANNE y**  
**HENRION, MURIEL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 994 114 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

Producto alimenticio extruido que comprende salvado y procedimiento de fabricación

- 5 La presente invención se refiere, en general, a la fabricación de productos alimenticios extruidos que comprenden salvado, tal como granulados. En particular, los granulados de calidad alimentaria extruidos son granulados de salvado que se pueden obtener por corte directo de la extrusión. Los granulados de salvado se pueden usar como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio seco.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- Las papillas de cereales son un alimento popular para el desayuno y se han fabricado durante varios años. Tradicionalmente, las papillas de cereal están hechas de harina de cereal o grano enrollado, como harina de avena, maíz, arroz, trigo o mijo. Las papillas tradicionales requieren un tiempo de preparación comparativamente largo, en particular remojo y/o cocción. La industria alimentaria propone composiciones de cereales secos que pueden reconstituirse en una papilla. Además de los copos o gránulos de cereales, dichas composiciones pueden incluir azúcares, sales, aceites y otros aromatizantes, agentes colorantes y conservantes, vitaminas y fortificantes minerales. La reconstitución de tales papillas se puede realizar mucho más rápido que las papillas tradicionales, simplemente añadiendo leche o agua, caliente o fría.

- 20 Los copos de cereales pueden fabricarse mediante un proceso de extrusión que combina la mezcla, la cocción, el amasado, el cizallamiento y la formación. Por lo general, las materias primas se introducen en un barril de extrusión y un sinfín transporta las materias primas a lo largo del barril. Las materias primas se someten a calentamiento, compresión y mezcla para formar una masa termoplástica. Las materias primas se extruden fuera del barril de extrusión en hebras o hilos, que se cortan en gránulos. A continuación, los gránulos se secan, se pueden formar copos con un rodillo de formación de copos y se tuestan. El proceso de tostado a veces causa una ligera expansión de los copos o un rizado de las escamas.

- 30 El documento US2009053379 A1 describe un gránulo de salvado de cereal, que se produce mediante el granulado de una composición en polvo que comprende salvado de cereal en polvo, el salvado de cereal en polvo es uno, dos o más tipos de salvado de cereal en polvo seleccionados del grupo que consiste en salvado de trigo en polvo, salvado de avena en polvo y salvado de cebada en polvo.

- 35 El documento US 7524178 describe un dispositivo de extrusión equipado con un cabezal de corte que permite aumentar la velocidad de producción de productos granulados. Sin embargo, debido a su estructura, el cabezal de corte es bastante sensible a la deformación, desde un punto de vista industrial. El cabezal de corte requiere un mantenimiento regular, como el equilibrio para garantizar el equilibrio dinámico en el funcionamiento y el afilado de las cuchillas de corte. Esta estructura también impone límites a la velocidad de rotación del cabezal de corte.

- 40 Por lo tanto, sería deseable proporcionar un dispositivo que haga posible aumentar aún más la tasa de producción de productos granulados, en particular eliminando o reduciendo los problemas de mantenimiento o equilibrio dinámico.

- 45 Alternativamente, los copos de cereales se fabrican mediante un proceso de secado con rodillo que combina la preparación de una suspensión, la cocción, el secado y la molienda. Típicamente, las materias primas se mezclan en un recipiente, se introducen sobre la superficie de un rodillo de cocción y secado, la lámina cocida se separa del rodillo, se seca y se muele al tamaño de partícula deseado.

- 50 El documento US 4044159 describe un producto de cereal extruido listo para comer. El único ejemplo de este documento propone copos extruidos de aproximadamente 0.015 pulgadas de espesor (aproximadamente 0.038 mm) que luego se transportan a un molino. Esta tecnología de dos etapas es conocida por la fabricación de copos de cereales molidos. No se describen ni las propiedades estructurales de los copos ni sus propiedades de reconstitución.

- 55 El documento EP 3079494 describe copos de calidad alimentaria que tienen una porosidad de entre 50 % y 90 %, un espesor medio de borde de entre 30 y 90 micrómetros, un espesor de entre 0,5 y 2 mm, una longitud de entre 2 y 8 mm, un índice de absorción de líquido de entre 100 y 600 g de líquido/100 g de copos, y su proceso de fabricación.

- 60 El documento EP 3073841 describe copos de calidad alimentaria que tienen una porosidad de entre 40 % y 70 %, un espesor de pared medio de entre 100 y 180 micrómetros, un espesor de entre 0,5 y 2 mm, una longitud de entre 2 y 8 mm, un índice de absorción de líquido de entre 80 y 200 g de líquido/100 g de copos.

- Los copos aún pueden requerir unos minutos para reconstituirse en una papilla. El tiempo de reconstitución se puede mejorar moliendo los copos de forma gruesa. Pero esto significa añadir un paso más al proceso industrial, lo que significa una configuración industrial más compleja.

- 65 Por lo tanto, sería deseable proporcionar un equipo y un procedimiento para fabricar una composición de cereal seco

con incluso menos etapas industriales, y de modo que la composición tenga un tiempo de reconstitución muy corto.

Cualquier referencia a documentos de la técnica anterior en esta memoria descriptiva no debe considerarse una admisión de que dicha técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el campo.

## RESUMEN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es mejorar el estado de la técnica y, en particular, proporcionar un procedimiento para fabricar granulados de salvado y granulados de salvado que supere los problemas de la técnica anterior y aborde las necesidades descritas anteriormente, o al menos proporcionar una alternativa útil.

Los inventores se sorprendieron al ver que el objeto de la presente invención podría lograrse mediante el objeto de estudio de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes desarrollan adicionalmente la idea de la presente invención.

Según la invención, se proponen granulados de salvado que tienen un diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de 200 a 1500  $\mu\text{m}$ , una porosidad del 35 % al 55 %, un espesor de pared promedio de 9 a 20  $\mu\text{m}$ , siendo el espesor de pared promedio el espesor medio de los poros de los granulados medido mediante tomografía de rayos X, y que tienen una relación de viscosidad  $\text{Visco}_{10\text{min}}/\text{Visco}_{2\text{min}} \leq 1$ , comprendiendo dichos granulados al menos el 50 % en peso de salvado, preferentemente al menos el 80 % en peso de salvado, y donde el salvado es salvado de cereal o salvado de pseudocereal, y donde los granulados consisten en el 100 % de materia seca en peso de salvado, donde la viscosidad se mide en una mezcla del 20 % en peso de dichos granulados en el 80 % en peso de agua, a 50 °C, a una velocidad de cizallamiento de 50 rpm, después de 2 minutos ( $\text{Visco}_{2\text{min}}$ ) y 10 minutos ( $\text{Visco}_{10\text{min}}$ ) a esta velocidad de cizallamiento, con un reómetro que comprende un recipiente equipado con una paleta estándar.

En particular, los granulados de salvado pueden tener:

- un diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de 300 a 1000  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 400 a 900  $\mu\text{m}$ ,
- una porosidad del 36 % al 39 %, o del 41 % al 49 %, preferentemente del 41 % al 46 %, o del 51 % al 55 %,
- un espesor de pared medio de 9 a 15  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 9 a 13  $\mu\text{m}$ , más preferentemente de 9 a 11  $\mu\text{m}$ .

Los granulados consisten en un 100 % de materia seca en peso de salvado. El salvado es salvado de cereales o salvado de pseudocereales. El salvado se puede seleccionar de salvado de trigo, salvado de maíz, salvado de avena, salvado de sorgo, salvado de mijo, salvado de cebada o mezclas de los mismos.

Los granulados de salvado que se pueden obtener mediante un proceso de cocción-extrusión, preferentemente un proceso de doble cocción-extrusión, lo más preferentemente un proceso que no comprende una etapa de molienda aguas abajo de la etapa de corte.

La invención también propone una composición alimenticia seca que comprende granulados de salvado como se mencionó anteriormente, donde la composición alimenticia seca es un producto de cereal para bebés, un producto de cereal para adultos, una salsa deshidratada, una sopa deshidratada, un plato deshidratado, una bebida reconstituible o un alimento deshidratado para mascotas.

Ventajosamente, los granulados se usan como un agente para mejorar la vida útil de dicho producto alimenticio.

La invención también propone el uso de los granulados de salvado como se mencionó anteriormente, como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio seco. En particular, el producto alimenticio seco es un producto alimenticio seco envasado, y el material de envasado no comprende plástico, preferentemente donde el material de envasado es papel. Por ejemplo, los granulados de salvado se utilizan como agente antioxidante o para proteger dicho alimento seco de la absorción de humedad.

La invención también propone un procedimiento para fabricar granulados de salvado como se mencionó anteriormente, donde dicho procedimiento comprende:

- (a) mezclar un material de salvado con agua en una extrusora para formar una masa que comprende el 100 % en peso de material de salvado;
- (b) cocinar la masa en la extrusora a una temperatura comprendida entre 110 °C y 160 °C, preferentemente entre 120 °C y 140 °C, y con un contenido de agua comprendido entre el 20 % y el 40 % en peso de la masa;
- (c) extruir la masa a través de una matriz de extrusión (2);
- (d) cortar la masa en granulados directamente a la salida de la boquilla de la matriz de extrusión (2), a una velocidad de corte de turbina  $V_{\text{tur}}$  de entre 20 m/s y 120 m/s y a una longitud de extruido  $L_{\text{pr}}$  de entre 0,05 mm y 0,5 mm con una turbina de granulación accionada por rotación (5), para obtener un primer producto granulado; y
- (e) secar el producto granulado hasta un contenido de agua inferior al 8 %.

Preferentemente, el proceso es un proceso de "doble extrusión", donde las etapas (b), (c) y (d) se repiten con el primer producto granulado antes del secado, para obtener un segundo producto granulado, y el segundo producto granulado se seca hasta un contenido de agua inferior al 8 %.

La masa consiste en material de salvado y agua.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención resultarán más evidentes para los expertos en la materia a partir de la descripción detallada de las realizaciones de la invención, en relación con los dibujos adjuntos.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las Figuras 1 a 6 muestran la estructura de varios productos observados mediante tomografía de rayos X:

La Figura 1: cordón extruido de salvado del ejemplo A; sección transversal 1A, corte longitudinal 1B

La Figura 2: granulados obtenidos después de la molienda del cordón extruido del ejemplo A

La Figura 3: partículas del ejemplo B después de la molienda

La Figura 4: granulados de salvado directo del ejemplo C

La Figura 5: granulados de salvado directo del ejemplo D

La Figura 6: granulados de salvado directos del ejemplo F

La Figura 7 muestra la relación  $\text{Visco}_{10\text{min}}/\text{Visco}_{2\text{min}}$  para los productos de los ejemplos A y B (salvado de trigo extruido molido), C y D (granulados directos de salvado de trigo), E y F (granulados directos de salvado de maíz), G (granulados directos de doble extrusión de salvado de trigo) y finalmente H e I (granulados directos de mezcla de avena/maíz 50/50).

La Figura 8 muestra el hexanal medido después de 5 meses a 40 °C representado frente al ácido ferúlico soluble en los granulados de salvado de la invención en comparación con el salvado natural.

La Figura 9 es una vista parcial simplificada en sección transversal de una extrusora equipada con un cabezal de corte, como se describe en el documento US 7524178.

La Figura 10 es una vista en perspectiva de un cabezal de granulación según la invención delante de la cara de extrusión de una matriz de extrusión.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de un cabezal de granulación según la invención, visto desde el frente.

La Figura 12 es una vista frontal del cabezal de granulación de la Figura 11;

La Figura 13 es una vista en perspectiva parcial en sección transversal de un cabezal de granulación según la invención frente a una matriz de extrusión.

La Figura 14 es una vista en perspectiva parcial de una realización de una aleta.

La Figura 15 es una vista en sección transversal esquemática de una aleta frente a un orificio de extrusión con masa extruida.

La Figura 16 es una vista esquemática de una turbina de granulación en operación según la invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Tal como se usa en la memoria descriptiva, las palabras "comprende", "que comprende" y similares deben interpretarse en un sentido inclusivo, es decir, en el sentido de "que incluye, pero no se limita a", y no excluye elementos o etapas de procedimientos adicionales no citados. Como se usa en la memoria descriptiva, las palabras "consiste en", "que consiste en" y similares deben interpretarse en un sentido exclusivo o exhaustivo: excluyen cualquier elemento o etapa del procedimiento no citado. Tal como se usa en la memoria descriptiva, las palabras "consiste esencialmente en", "que consiste esencialmente en" y similares deben interpretarse en el sentido de que pueden estar presentes elementos o etapas de procedimiento adicionales siempre que no afecten materialmente a las características esenciales de la invención.

Como se usa en la memoria descriptiva, las formas singulares «un (a)», «el» y «la» incluyen referencias en plural a menos que el contenido indique claramente lo contrario.

A menos que se indique lo contrario, todos los porcentajes en la memoria descriptiva se refieren al porcentaje en peso, cuando corresponda.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos tienen y deben tener el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la materia a la que pertenece esta invención.

### Extrusora y turbina de granulación

La turbina de granulación se describió por primera vez en la solicitud de patente europea en tramitación junto con la presente EP 19151502, que se incorpora completamente a la misma.

Con referencia a la Figura 9, que muestra una vista parcial simplificada en sección transversal de una extrusora de la

técnica anterior, una extrusora 1 de tipo conocido comprende, a su salida, al menos una matriz de extrusión 2 cuyos orificios 2a están distribuidos en dos círculos en este ejemplo, y se abren sobre una superficie plana 3 conocida como la cara de extrusión. Frente a esta superficie 3 hay un cabezal de corte giratorio 20 provisto de cuchillas 22 dispuestas de tal manera que cortan los cordones de sustancia extruida que salen de la matriz 2. Las cuchillas 22 están montadas en un soporte 21.

El cabezal de corte 20 se encuentra dentro de una cámara de evacuación 80 que puede diseñarse para mantenerse a una presión subatmosférica en virtud de una bomba de vacío (no representada). El recinto de esta cámara se representa esquemáticamente por una pared periférica 81 y una tolva inferior 82 donde caen los productos granulados fabricados por el dispositivo descrito aquí y se recogen por medio de un extractor que permite mantener el vacío en la cámara 80, si es necesario. El sello entre la extrusora 1 y la pared 81 se proporciona por medios que no se han representado.

El cabezal de corte 20 gira, en la dirección de la flecha F, alrededor de un eje 9 perpendicular a la cara 3 del extrusor. Está montado en el extremo de un eje 10 cuyo otro extremo está acoplado al eje de un motor eléctrico (no representado).

En funcionamiento, el motor hace girar el eje 10 y el cabezal de corte 20 a una velocidad ajustable que puede variar, por ejemplo, hasta 5000 revoluciones por minuto ("rpm"). El producto pastoso extruido en estado caliente por la extrusora 1 forma, a medida que sale de cada orificio 2a de la matriz 2, un cordón que los cortadores 22 cortan inmediatamente en trozos. Como el producto extruido contiene vapor de agua y posiblemente otros gases, las piezas se hinchan en la cámara de evacuación 80 y se solidifican en forma de granos que caen dentro de la tolva 82. El tamaño, la forma y la velocidad de fabricación de las piezas se pueden ajustar, por ejemplo, ajustando la velocidad de la extrusora 1, la velocidad del motor o la presión en la cámara 80.

Según un aspecto de la invención, el cabezal de corte 20 que se muestra en la Figura 9 se reemplaza con una turbina de granulación 5, como se muestra en las Figuras 10 a 14, que da como resultado un dispositivo para fabricar un producto alimenticio granulado mediante extrusión y granulación. El dispositivo comprende una extrusora. Las extrusoras son equipos convencionales en la industria alimentaria y de piensos. La extrusora puede ser de un solo sinfín o de doble sinfín. La extrusora tiene al menos una matriz de extrusión 2 que comprende una cara de extrusión 3 donde se abre una pluralidad de orificios de extrusión 2a y una turbina de granulación 5 colocada frente a la cara de extrusión. La turbina de granulación se describirá con más detalle a continuación. La turbina de granulación 5 puede accionarse de forma giratoria alrededor de un eje 9 perpendicular a la cara de extrusión 3 de modo que, cuando se acciona de forma giratoria, las aletas 7 pasan alrededor de los orificios de extrusión 2a. La trayectoria de las aletas 7 se superpone a los orificios de extrusión 2a.

Las Figuras 11 y 12 muestran una turbina de granulación 5. La turbina de granulación 5 tiene una cara frontal 6 y una pluralidad de aletas 7 integrales juntas a y que se extienden desde la cara frontal 6. Cada aleta 7 tiene una cara delantera 7a, una cara trasera 7b y una cara de espacio libre 7c. La cara de espacio libre 7c es paralela a la cara frontal 6. Cuando se instala en la salida de la extrusora, la cara frontal 6 está orientada hacia la cara de extrusión 3. La cara frontal 6 de la turbina de granulación 5, la cara de extrusión 3 de la matriz de extrusión 2 y las caras de separación 7c de las aletas 7 son paralelas. La cara delantera 7a intersecta la cara de espacio libre 7c en un borde de corte 7d. La cara de rastro 7b se cruza con la cara de espacio libre 7c en un borde de rastro 7e.

Las aletas 7 no están soldadas, atornilladas o unidas de otro modo a la cara frontal 6 de la turbina 5. Por ejemplo, la turbina 5 se fabrica como una sola pieza. Además, las aletas 7 se extienden desde la cara frontal 6, lo que proporciona más rigidez estructural a la turbina de granulación 5, en comparación con un cabezal de corte 20 que se muestra en la Figura 9.

Como se muestra en las Figuras 14 y 15, cada aleta 7 tiene un perfil de sección transversal. A partir de la cara frontal 6, a lo largo de la altura H de una aleta 7, el perfil transversal tiene una base 71 y una punta 72. La base 71 se estrecha desde la cara frontal 6 de la turbina de granulación 5 hasta aproximadamente 1/3 a 2/3 de su altura H, y la punta 72 tiene un espesor sustancialmente constante E y se extiende desde la parte superior de la base 71 hasta la cara de espacio libre 7c.

Preferiblemente, todas las aletas 7 tienen sustancialmente la misma altura H, aunque también se podrían contemplar aletas que tengan diferentes alturas. Cuando todas las aletas 7 tienen la misma altura, se pueden obtener granulados de salvado homogéneos. Cuando las aletas 7 tienen diferentes alturas, la estructura y el tamaño de los granulados de salvado resultantes serán heterogéneos, lo que también puede ser interesante teniendo en cuenta que la estructura y el tamaño de los granulados de salvado tienen un impacto en la reconstitución y la sensación en boca del producto. Si las aletas 7 tienen diferentes alturas entre sí, deben distribuirse en la turbina de granulación 5 de una manera que equilibre las fuerzas centrífugas cuando la turbina de granulación 5 está en funcionamiento.

En una realización, las aletas 7 se extienden sustancialmente perpendiculares desde la cara frontal 6.

Como se muestra en las Figuras 11 y 12, las aletas 7 tienen un perfil de vista frontal que se extiende entre una cara interna 7f y una cara externa 7g. La cara interna 7f está más cerca del centro de rotación 51 de la turbina de granulación 5 que la cara externa 7g. Como se muestra en las Figuras, la cara exterior 7g está radialmente desplazada de la cara interior 7f en un ángulo  $\alpha$ . Por ejemplo, en la Figura 12, se muestra un radio 52 entre el centro de rotación 51 y la cara interior 7f de una aleta 7, y se muestra un radio 52' entre el centro de rotación 51 y la cara exterior 7g de la misma aleta 7, para exhibir el desplazamiento radial  $\alpha$  entre la cara interior 7f y la cara exterior 7g.

Alternativamente, la cara externa 7g de una aleta 7 puede estar alineada radialmente con la cara interna 7f como se muestra, por ejemplo, en la parte inferior de la Figura 16.

El perfil de la vista frontal de una aleta 7 puede ser recto, entre la cara interior 7f y la cara exterior 7g, o curvado, por ejemplo, un arco de un círculo. Un perfil curvo de vista frontal no es, por ejemplo, ondulado. Preferiblemente, el perfil de vista frontal de las aletas 7 se extiende a lo largo de una envolvente de un círculo entre la cara interna 7f y la cara externa 7g. Dicho perfil mejora la expulsión de los granulados de la turbina de granulación 5. Preferiblemente, la altura H de las aletas 7 es constante a lo largo del perfil de vista frontal.

Preferentemente, las aletas 7 están dispuestas en una periferia de la cara frontal 6, por ejemplo, en una fila periférica. Como se muestra en la Figura 12, las caras interiores 7f de las aletas 7 están dispuestas en un círculo interior de la cara frontal 6, y las caras exteriores 7g de las aletas 7 están dispuestas en un círculo exterior de la cara frontal 6. El círculo interior y el círculo exterior son concéntricos. Preferentemente, el círculo exterior está próximo a la periferia 61 de la cara frontal 6 de la turbina de granulación 5. Preferentemente, las aletas 7 están distribuidas uniformemente en la periferia de la cara frontal 6.

La turbina de granulación 5 puede comprender además orificios pasantes 8. Los orificios pasantes 8 están dispuestos entre el centro de rotación 51 de la turbina de granulación 5 y las aletas 7, preferiblemente entre dos aletas consecutivas 7. Los orificios pasantes pueden estar dispuestos en un círculo de la cara frontal 6, preferiblemente están distribuidos uniformemente. Preferentemente, hay tantos orificios pasantes 8 como aletas 7. Los orificios pasantes 8 permiten que el aire fluya desde la parte posterior de la turbina de granulación 5 a la cara frontal 6. Esto mejora la expulsión de los granulados de la turbina de granulación 5.

La turbina de granulación puede comprender una fila periférica de aletas 7. Por ejemplo, la fila comprende de 9 a 40 aletas, por ejemplo, la fila comprende 9, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36 o 40 aletas.

La turbina de granulación 5 también tiene un orificio pasante 5a en el centro de la cara frontal 6 y orificios pasantes 5b dispuestos cerca del centro de la cara frontal 6 que cooperan con una conexión mecánica estándar (no se muestra) con el eje 10 (se muestra en la Figura 9).

Una turbina de granulación 5 puede retirarse fácilmente para el mantenimiento o para reemplazarla con otro modelo de turbina de granulación 5. Además, la turbina de granulación 5 también puede tener orificios pasantes de mantenimiento 5c que pueden cooperar con una herramienta de protección (no mostrada). La herramienta de protección comprende una placa que tiene el mismo diámetro que la cara frontal 6. La parte posterior de la placa está equipada con dos asas. La parte frontal de la placa está orientada hacia la cara frontal 6. La herramienta de protección se puede unir a la turbina de granulación 5 en cooperación con los orificios de mantenimiento 5c, lo que protege las aletas 7 y la cara frontal 6 de daños. También protege a los usuarios de los bordes potencialmente afilados 7d, 7e de las aletas 7.

### **Granulados de salvado, composición de alimentos y procedimiento de fabricación**

La turbina de granulación abre la posibilidad de fabricar granulados de salvado, es decir, productos alimenticios ricos en salvado, que tienen una textura agradable después de la reconstitución en agua o leche, por ejemplo. Los productos ricos en salvado, o productos ricos en salvado, contienen al menos el 50 % en peso de salvado. Por lo general, los productos ricos en salvado son bastante arenosos con una sensación desagradable en la boca después de la reconstitución. Los inventores han descubierto que, gracias a la turbina de granulación, es posible fabricar granulados de grado de salvado, directamente de una extrusora, sin la necesidad de una molienda aguas abajo, y que tienen una sensación en boca agradable después de la reconstitución.

Los granulados de salvado no son copos ni pellets. Son más parecidos a un polvo que de copos o gránulos, lo que hace que sea más fácil de manejar en un entorno industrial, en operaciones como el bombeo, el transporte en cinta, la dosificación o la mezcla. Al contrario que los copos o los gránulos, no es necesario moler los granulados de salvado para mejorar sus propiedades de reconstitución. Además, los granulados de salvado son fáciles de usar para los consumidores y proporcionan texturas que antes no estaban disponibles cuando se usaban copos o pellets, con un corto tiempo de reconstitución. También es posible adaptar mejor las propiedades nutricionales de los granulados, por ejemplo, aumentando el contenido de fibra o reduciendo el contenido de azúcar.

Como se usa en esta invención, "granulados de salvado" se refiere a un producto que comprende 100 % en peso de

salvado, que tiene una estructura porosa y una textura crujiente delicada debido al corte y secado de los granulados. Se entiende que los aparatos y procedimientos de la presente descripción también se pueden utilizar para producir alimentos similares a partir de un proceso de extrusión directa, tales como otros productos comestibles a base de carbohidratos. "Pellets" se refiere a bolas extruidas. "Pellets molidos" se refiere a gránulos que se granulan mediante un procesamiento posterior de molienda. "Granulados directos" se refiere a productos extruidos que se cortan directamente a medida que salen de una extrusora, como se analiza a continuación, lo que significa que los granulados se producen en una sola operación sin molienda aguas abajo. "Reconstitución" se refiere a la adición de un líquido a los granulados de cereales. "Papilla" se refiere al producto obtenido después de la adición de líquido a los granulados. Preferentemente, no queda líquido libre después de la reconstitución. Por ejemplo, una papilla es una masa de cereal hidratada después de la reconstitución. La textura de la papilla varía dependiendo de los granulados de salvado y puede ir de lisa a heterogénea o sémola/granulada o hojaldrada. "Porosidad" se refiere a la relación del volumen de espacios vacíos (celdas) frente al volumen completo de un producto, como se explica en la sección Procedimientos. "Espesor medio de la pared" se refiere al espesor medio de los poros de los pellets, pellets molidos y/o granulados directos medidos mediante tomografía de rayos X, tal y como se explica en la sección de Procedimientos.

La invención propone granulados de salvado que tienen un diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de 200 a 1500  $\mu\text{m}$ , una porosidad de 35 % a 55 %, un espesor de pared medio de 9 a 20  $\mu\text{m}$  y que tienen una relación de viscosidad  $\text{Visco}_{10\text{min}}/\text{Visco}_{2\text{min}} \leq 1$ . El diámetro medio del área, la porosidad y el espesor medio de la pared se definen en la sección Procedimientos a continuación. El procedimiento exacto para medir la viscosidad no es absolutamente esencial porque la característica relevante es la relación entre la viscosidad a los 10 minutos y la viscosidad a los 2 minutos, medida utilizando las mismas condiciones. En aras de la claridad, el procedimiento para medir la viscosidad también se define en la sección de Procedimientos a continuación.

Los granulados de salvado son un producto particulado seco. Esto puede reconocerse en particular en vista del diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de los granulados de salvado. Preferentemente, el diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de los granulados de salvado varía de 200 a 1500  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 300 a 1200  $\mu\text{m}$  y más preferentemente de 400 a 900  $\mu\text{m}$ .

Sin desear limitarse a la teoría, los inventores creen que la porosidad de los granulados permite obtener granulados de salvado aireados y menos densos, lo que ayuda a la absorción de agua o líquido cuando los granulados de salvado se mezclan con agua u otro líquido. Preferentemente, la porosidad de los granulados varía de 35 % a 55 %, tal como de 35 % a 39 %, o de 41 % a 49 %, preferentemente de 41 % a 46 %, o de 51 % a 55 %.

Sin desear limitarse a la teoría, los inventores creen que las paredes delgadas permiten una difusión más rápida del líquido dentro de los granulados. Por lo tanto, un espesor de pared medio más bajo de los granulados puede correlacionarse positivamente con una absorción de agua más rápida. Desde el punto de vista del usuario final, esto se traduciría en una reconstitución rápida, si no instantánea, de un producto alimenticio cuando los granulados de salvado se mezclan con agua u otro líquido. Preferentemente, el espesor medio de la pared de los granulados varía de 9 a 20  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 9 a 15  $\mu\text{m}$ , y más preferentemente de 9 a 13  $\mu\text{m}$ .

Los granulados consisten en un 100 % de materia seca en peso de salvado. En otras palabras, el único constituyente, aparte del agua, es el salvado. Después de la extrusión y el secado, puede quedar agua residual en los granulados, por ejemplo, hasta el 8 % en peso de los granulados.

El salvado es salvado de cereales o salvado de pseudocereales. Por ejemplo, el salvado se selecciona de salvado de trigo, salvado de maíz, salvado de avena, salvado de sorgo, salvado de mijo, salvado de cebada o mezclas de los mismos. Preferentemente, el salvado se selecciona de salvado de trigo, salvado de maíz o salvado de avena, o mezclas de los mismos. Por ejemplo, el salvado comprende de 1 a 5 partes en peso de salvado de maíz y de 1 a 5 partes en peso de salvado de avena, tal como las mismas cantidades de salvado de maíz y salvado de avena. Alternativamente, el salvado comprende salvado de maíz, salvado de avena y salvado de trigo en diversas proporciones. Alternativamente, el salvado consiste en salvado de trigo, o de salvado de maíz, o de salvado de avena.

Los granulados de salvado se pueden obtener mediante un proceso de cocción-extrusión, preferiblemente un proceso que no comprende una etapa de molienda aguas abajo de la etapa de corte. El procedimiento para fabricar los granulados de salvado comprende varias etapas: a) mezclar un material de salvado con agua en una extrusora para formar una masa; b) cocinar la masa, c) extruir la masa, d) granular la masa en trozos y expandir los trozos, y e) secar los trozos.

En una realización, la invención propone un procedimiento para fabricar granulados de salvado. El procedimiento comprende:

- (a) mezclar un material de salvado con agua en una extrusora para formar una masa;
- (b) cocinar la masa en la extrusora a una temperatura comprendida entre 110 °C y 160 °C y a un contenido de agua comprendido entre el 20 % y el 40 % en peso de la masa;
- (c) extruir la masa a través de una matriz de extrusión (2);

(d) cortar la masa en granulados directamente a la salida de la boquilla de extrusión (2), a una velocidad de corte de turbina  $V_{tur}$  de 20 m/s a 120 m/s y a una longitud de extruido  $L_{pr}$  de 0,05 mm a 0,5 mm con una turbina de granulación accionada por rotación (5) para obtener un primer producto granulado;  
 5 aplicar opcionalmente las etapas (b), (c) y (d) al primer producto granulado, para obtener un segundo producto granulado; y  
 (e) secar el segundo producto granulado hasta un contenido de agua inferior al 8 %.

En este procedimiento, la masa comprende el 100 % en peso de material de salvado. Preferentemente, el resto es agua.

Los parámetros utilizados para calcular  $L_{pr}$  y  $V_{tur}$  se ilustran en la Figura 16. La parte inferior de la Figura 16 muestra una vista esquemática de la cara de extrusión 3 de la matriz 2 superpuesta con una vista esquemática tomada entre la cara frontal 6 de la turbina 5 y las aletas 7.

La velocidad de las aletas 7 cuando impactan con el producto extruido 11, o la velocidad de corte de la turbina  $V_{tur}$  viene dada por la siguiente ecuación:

$$V_{tur} = \frac{2 \pi \times RPM \times R}{60 \times 1000}$$

donde

- R es el radio entre el centro de rotación 51 y la posición de los orificios de extrusión 2a
- RPM es la velocidad de rotación radial (revolución por minuto) de la turbina de granulación 5

La longitud  $L_{pr}$  del extruido antes de la expansión se puede estimar de la siguiente manera:

$$L_{pr} = (V_{pr} \times 1000) / (RPM/60) / NF$$

donde

- G es el espacio libre entre la cara de extrusión 3 y la cara de espacio libre 7c de las aletas 7
- $V_{pr}$  es la velocidad de extrusión de la masa fundida 11 en el orificio de extrusión 2a
- NF es el número de aletas de la turbina de granulación 5, que se puede estimar como:

$$NF = 2\pi \times \frac{R}{A + E}$$

donde:

- E es el espesor de las aletas 7
- A es la distancia entre la cara delantera de una aleta y la cara trasera de la siguiente aleta, en la dirección de rotación, en la posición del orificio de extrusión 2a

En una realización, la granulación puede realizarse a presión subatmosférica, por ejemplo, a una presión de 20 mbar.

Por ejemplo, una mezcla de material de salvado seco o húmedo se introduce en una extrusora o extrusora de cocción. La mezcla de ingredientes incluye 100 % de salvado como material sólido y agua. La extrusora de cocción generalmente comprende varios barriles sucesivos equipados con un sinfín (simple o doble). La mezcla seca generalmente se introduce en el primer barril. Después de alimentar la mezcla seca en el primer barril, la mezcla de ingredientes se puede mezclar adicionalmente en una primera sección de mezcla de la extrusora, para obtener una masa. Se añade agua por inyección en el primer o el segundo barril, para alcanzar un contenido de agua comprendido entre el 20 % y el 40 %. La masa se calienta y se cuece a una temperatura de 110 °C a 160 °C, preferentemente de 120 °C a 140 °C, se comprime y se cizalla para que forme una masa termoplástica cocida. Esta masa termoplástica cocida a veces se denomina masa fundida 11. En estas condiciones, el material se funde debido a la combinación de la fricción mecánica entre el sinfín y la energía térmica proporcionada a través del barril. La masa fundida 11 se transporta a continuación a la boquilla de extrusión 2 donde se somete a presión.

La masa termoplástica puede extruirse empujándola mediante un sinfín extrusor o un sinfín doble a través de los orificios de extrusión 2a de la matriz de extrusión 2. A medida que la masa termoplástica es forzada a través de la



matriz estrecho, puede ir seguida de una liberación repentina de presión que conduce a una rápida evaporación del vapor. Preferentemente, el diámetro de los orificios de extrusión 2a de la matriz de extrusión 2 es inferior a 4 mm, preferentemente comprendido entre 2 mm y 4 mm.

- 5 A medida que la masa sale de la extrusora a través de la boquilla de extrusión, la masa se corta en granulados mediante la turbina de granulación 5 accionada de forma giratoria.

Los inventores han descubierto que la turbina de granulación 5 puede accionarse en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj, y que se aplica tanto si las aletas 7 son rectas (radialmente o desplazadas) como si están curvadas. Cuando el perfil de vista frontal de las aletas 7 está curvado, tal como una envolvente de un círculo, se mejora la expulsión de los granulados cuando la turbina de granulación 5 se acciona en sentido contrario a las agujas del reloj, como se muestra en la Figura 12, por ejemplo, con el desplazamiento a entre la cara interna 7f y la cara externa 7g es un desplazamiento en sentido horario.

- 15 La masa termoplástica 11, o masa, se granula a una longitud  $L_{pr}$  y velocidad  $V_{tur}$  que depende de la velocidad de rotación de la turbina de granulación 5 y de su estructura.

La turbina de granulación 5 y la matriz de extrusión 2 se colocan dentro de una cámara 80. A medida que la turbina de granulación 5 gira y corta los granulados directamente de la matriz, los granulados caen por la cámara 80 en una tolva 82 para su recolección.

A continuación, los granulados se pueden secar. La etapa de secado se puede llevar a cabo utilizando un calentador de infrarrojos (IR) o mediante secado por aire caliente. Por lo general, el producto se coloca en una cinta de alambre de malla que pasa por una secadora de IR, de modo que las radiaciones de IR se producen desde arriba y debajo del producto. La etapa de secado típicamente reduce el contenido de agua del producto de aproximadamente 15 % a un contenido de humedad de aproximadamente 1 a 6,5 %. Típicamente, los granulados finales se secan hasta un contenido final de agua residual del 2 % al 8 %.

Preferentemente, el primer producto granulado se recoge antes del secado y se somete a una segunda extrusión, por ejemplo, en las mismas condiciones de procesamiento que el material de salvado de partida. El segundo producto granulado resultante se seca a continuación hasta un contenido de agua residual final del 2 % al 8 %. Como se muestra en los ejemplos, esta "doble extrusión" permite un control preciso de la textura de los granulados de salvado resultantes, como lo indica su porosidad, espesor medio de pared y diámetro medio de área.

Los inventores han descubierto que los granulados de salvado se pueden usar como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio, en particular granulados de salvado de doble extrusión. Sin desear limitarse a la teoría, los inventores creen que esto puede explicarse por dos fenómenos: una mejor exposición de los ácidos ferúlicos de la estructura del salvado y/o una mejor capacidad de absorción de agua de los granulados de salvado.

El ácido ferúlico se considera un compuesto antioxidante. La estructura física y química de las fibras de salvado puede verse fuertemente alterada por el proceso de doble extrusión. Esto aumenta la exposición de los restos de ácido ferúlico en el salvado, lo que conduce potencialmente a aumentar la liberación de ácido ferúlico del salvado, aumentando así las propiedades antioxidantes de los granulados de salvado de doble extrusión. Por lo tanto, los granulados de salvado pueden proteger el producto alimenticio contra la rancidez como lo ilustran las concentraciones más bajas de hexanal. Por lo tanto, la incorporación de los granulados de salvado en un producto alimenticio podría contribuir a mejorar la vida útil del producto alimenticio desde el punto de vista de su sabor.

Además, el proceso de doble extrusión tiene un impacto en la porosidad y el espesor de la pared de los granulados. Esto puede mejorar la absorción de agua por los granulados de salvado, que pueden actuar como depuradores de agua, tales como depuradores de vapor de agua, durante la vida útil. Esto sería particularmente interesante en el caso de productos alimenticios sensibles a la humedad. Los productos alimenticios sensibles a la humedad incluyen productos alimenticios en polvo, por ejemplo, que podrían apelmazarse en presencia de vapor de agua. Por lo tanto, la incorporación de los granulados de salvado en un producto alimenticio, especialmente un producto alimenticio en polvo seco, podría contribuir a mejorar la vida útil de un producto alimenticio desde el punto de vista de su estabilidad física.

Esto puede ser especialmente interesante en el contexto del uso de materiales de embalaje que no exhiben tan buenas propiedades de barrera como los plásticos, por ejemplo, contra la humedad o el oxígeno. La eliminación del plástico de los envases de alimentos es un objetivo continuo en la industria alimentaria. En particular, los envases de plástico pueden reemplazarse por envases de papel. Esta opción se considera porque el papel tiene buenos canales de reciclaje y también es bien aceptado por los consumidores. Sin embargo, por lo general, los envases de papel no tienen tan buenas propiedades de barrera contra la humedad como los envases de plástico. Por lo tanto, la vida útil de un producto alimenticio seco envasado en un envase de papel puede ser más corta que la del mismo producto alimenticio seco envasado en un envase de plástico.

Como se explicó anteriormente, los inventores han descubierto que los granulados de salvado, especialmente los granulados de salvado de doble extrusión, tienen propiedades interesantes que pueden estar relacionadas con una vida útil mejorada. Por lo tanto, la invención también se refiere al uso de los granulados de salvado descritos anteriormente como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio seco. En particular, esto se aplica a un producto alimenticio seco que se envasa en un material de envasado sin plástico, por ejemplo, papel. Los granulados de salvado se pueden usar como un agente antioxidante. También se puede usar para proteger un alimento seco de la absorción de humedad.

La invención también propone una composición alimenticia seca que comprende granulados de salvado como se describe en esta invención. Los granulados de salvado se pueden usar como agente para mejorar la vida útil de dicho producto alimenticio seco. En una realización, la composición alimenticia seca comprende granulados de salvado como se describe en la presente. Por ejemplo, la composición alimenticia seca puede ser un producto de cereal para bebés, un producto de cereal para adultos, una salsa deshidratada, una sopa deshidratada, un plato deshidratado, una bebida reconstituible o un alimento deshidratado para mascotas. En tales casos, el salvado granulado puede mezclarse en seco con los otros ingredientes de la composición alimenticia seca. Por ejemplo, la composición alimenticia seca puede comprender hasta 15 % en peso de granulado de salvado, tal como de 0,1 a 15 % en peso, o hasta 12 % en peso, o hasta 10 % en peso de granulado de salvado.

Por ejemplo, la composición alimenticia seca está lista para su reconstitución en una papilla, simplemente mezclándola con un líquido. El líquido puede ser agua o leche. También podría ser un zumo de fruta. El líquido puede estar frío, por ejemplo, a una temperatura de 3°C a 10°C, o caliente, por ejemplo, a una temperatura de 30°C a 80°C.

La composición alimenticia seca puede comprender ingredientes adicionales seleccionados de azúcares, edulcorantes, sabores, frutas en polvo, salvados, fibras, gomas, leche en polvo, vitaminas, minerales, cacao en polvo y cualquier mezcla de los mismos. Si se usan azúcares, preferentemente, el azúcar añadido es sacarosa.

Las frutas, verduras y legumbres pueden ser ingredientes interesantes para dar color o sabor a las composiciones alimenticias a base de avena. Además, las frutas, verduras y legumbres contienen fibras dietéticas interesantes, macronutrientes, como proteínas, o fitonutrientes, como polifenoles. Preferiblemente, las frutas, verduras y legumbres se proporcionan como polvos secos o harinas. Por ejemplo, la mezcla seca comprende de 5 a 30 % en peso de polvo de fruta y/o verdura.

Los ejemplos de frutas incluyen manzana, mora, cereza, dátil, uva, naranja, fruta de la pasión, pera, melocotón, piña, ciruela, frambuesa y fresa. Los ejemplos de verduras incluyen alcachofa, brócoli, zanahoria, yuca, coliflor, calabacín, calabaza, espinaca, batata o tomate. Los ejemplos de legumbres incluyen frijoles, garbanzos, judías, lentejas o guisantes. Se pueden considerar combinaciones de varias frutas, verduras y/o legumbres. Algunas de las frutas o ingredientes vegetales también pueden contener almidones.

La leche en polvo se puede utilizar como ingrediente de la composición alimenticia seca. La leche en polvo es útil para mejorar el contenido de proteínas del producto. Los ejemplos de leche en polvo incluyen polvo hecho de leche, leche semidesnatada, leche desnatada, proteínas lácteas y combinaciones de las mismas. Ejemplos de proteínas de leche son caseína, caseinato, hidrolizado de caseína, suero de leche, hidrolizado de suero de leche, concentrado de suero de leche, aislado de suero de leche, concentrado de proteína de leche, aislado de proteína de leche y combinaciones de los mismos. Además, la proteína de la leche puede ser, por ejemplo, suero dulce, suero ácido,  $\alpha$ -lactoalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina, albúmina de suero bovino, caseína ácida, caseinatos,  $\alpha$ -caseína,  $\beta$ -caseína y/o  $\gamma$ -caseína. Por ejemplo, la mezcla seca comprende de 5 a 40 % en peso de leche en polvo.

Los edulcorantes incluyen edulcorantes naturales y sustitutos del azúcar. Ejemplos de edulcorantes naturales incluyen néctar de agave, azúcar de dátil, concentrado de zumo de frutas, miel, jarabe de arce y melaza. Los ejemplos de sustitutos del azúcar incluyen asulfamo de potasio, aspartamo, neotamo, sacarina, sucralosa, advantamo, eritritol, hidrolizado de almidón hidrogenado, isomalt, lactitol, maltitol, manitol, sorbitol, xilitol, extractos de estevia, tagatosa, trehalosa. Preferentemente, se evitan los edulcorantes artificiales. Por ejemplo, la composición de alimento seco comprende hasta 15 % en peso de edulcorante. Por ejemplo, la mezcla seca comprende de 3 a 15 % en peso de azúcar u otros edulcorantes naturales, o una cantidad de sustitutos del azúcar suficiente para proporcionar una percepción de dulzor equivalente a 3 a 15 % en peso de azúcar. En cualquier caso, la cantidad de edulcorantes naturales y sustitutos del azúcar debe respetar la regulación aplicable.

La composición alimenticia seca también puede comprender fibras solubles o insolubles. Preferentemente, las fibras incluyen beta-glucano, inulina y fructo-oligosacáridos. Las fibras pueden proporcionarse en forma de salvado de cereales, por ejemplo.

Además, la composición alimenticia seca también puede comprender vitaminas, minerales y otros nutrientes que incluyen vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina E, vitamina K, vitamina C, vitamina D, ácido fólico, inositol, niacina, biotina, ácido pantoténico, colina, calcio, sodio, fósforo, yodo, magnesio, cobre, zinc, hierro, manganeso, cloruro, potasio, selenio, cromo, molibdeno, taurina y L-carnitina. Los minerales suelen estar en forma de sal. La

presencia y la cantidad de los minerales específicos y otras vitaminas pueden variar dependiendo de la fortificación prevista y del consumidor objetivo. En cualquier caso, los niveles de fortificación deben respetar la regulación aplicable. La fortificación se puede añadir a la mezcla seca antes de la extrusión o directamente en la extrusora. Por lo general, las vitaminas, minerales y otros nutrientes representan menos del 2 % en peso de la mezcla seca.

Los expertos en la materia entenderán que pueden combinar libremente todas las características de la presente invención descritas en esta invención. Además, pueden combinarse las características descritas para diferentes realizaciones de la presente invención.

Además, cuando existen equivalentes conocidos para características específicas, dichos equivalentes se incorporan como si se mencionaran específicamente en esta memoria descriptiva. Otras ventajas y características de la presente invención son evidentes a partir de las figuras y ejemplos no limitantes.

## EJEMPLOS - PROCEDIMIENTOS

### **Determinación de la estructura interna de los granulados mediante tomografía de rayos X microcomputarizada y análisis de imágenes 3D**

#### ***Adquisición de imágenes de granulados***

Las tomografías de rayos X se realizan con un 1272 Skyscan MCT (Bruker MicroCT, Kontich, Bélgica) con un haz de rayos X de 40 kV y 100  $\mu$ A. Los escaneos se realizan con el software Skyscan (versión 1.1.9), la reconstrucción con el software Skyscan NRecon (versión 1.6.10.4) con el programa InstaRecon (versión 2.03.5) y el análisis de imágenes 3D con el software CTAn (versión 1.17.7.2, 64 bits).

Cada granulado de salvado se colocó en la cámara de tomografía de rayos X. El tamaño del píxel de la imagen era de 2  $\mu$ m, el voltaje de la fuente era de 50 kV, la corriente de la fuente era de 200  $\mu$ A y la cámara tenía un tiempo de exposición de 650 ms. Las exploraciones se realizaron a más de 180°, con un paso angular de 0,12° y una media de marco de 3.

La reconstrucción del conjunto de datos se realizó sobre 500 cortes de media, con un contraste de configuración de 0,008-0,45. El suavizado y la reducción del artefacto del anillo se establecieron en 1 y 1, respectivamente.

#### ***Análisis 3D de las imágenes***

El análisis de imágenes 3D se realizó en conjuntos de datos reducidos de 2  $\mu$ m por píxel en más de 500 cortes. El análisis se realizó en dos etapas: (i) un primer paso para seleccionar los granulados de salvado a analizar excluyendo el área exterior que rodea los granulados de salvado, (ii) el segundo paso para obtener la porosidad de los granulados de salvado.

##### *(i) Selección de las partículas, es decir, volumen de interés:*

Las imágenes en niveles de gris estaban segmentadas. La segmentación se realizó a un nivel de gris de 40, y a continuación las imágenes se limpiaron eliminando cualquier punto individual menor de 2 píxeles, y a continuación se dilataron por morfología matemática. La selección del volumen de interés se realizó a través de la función de envoltura retráctil, y luego este volumen se erosionó mediante morfología matemática para ajustarse a la superficie de los granulados de salvado. Se eligieron los parámetros de dilatación y erosión con el fin de obtener el mejor ajuste a la superficie de las partículas.

##### *(ii) Análisis de imágenes 3D:*

Las imágenes se volvieron a cargar y se segmentaron a un nivel de gris de 40. A continuación se calculó la porosidad como la relación del volumen de vacíos en los granulados con respecto al volumen de granulados, siendo el volumen de granulados igual al volumen de interés definido anteriormente (i). El espesor de la estructura dio la distribución del espesor de la pared, así como el espesor medio de la pared, correspondiente a la media de la distribución.

### **Determinación del tamaño de las partículas de los granulados de salvado**

El tamaño de las partículas de los granulados se determinó con el instrumento Zephyr (Occhio). En este procedimiento, los granulados caen suavemente en dirección vertical frente a una cámara de alta resolución. Cada partícula es detectada por la cámara. A continuación, las partículas se analizan mediante un software de análisis de imágenes (Callisto). Se analiza un volumen representativo de partículas y generalmente representa de 20.000 a 50.000 partículas.

A partir de la curva de distribución del tamaño de partículas, se obtiene el diámetro de área promedio ( $D[4, 3]$ ). El

diámetro del área corresponde al diámetro de la esfera equivalente, que tiene la superficie de la partícula.

#### Comportamiento de reconstitución evaluado por RVA (Rapid Visco Analyzer)

El comportamiento de reconstitución de los granulados de salvado se evaluó mediante la viscosidad de los productos 2 minutos y 10 minutos después de la reconstitución. La viscosidad se mide en una mezcla del 20 % en peso de dichos granulados en el 80 % en peso de agua, a 50 °C, a una velocidad de cizallamiento de 50 rpm, después de 2 minutos (Visco2min) y 10 minutos (Visco10min) a esta velocidad de cizallamiento, con un reómetro que comprende un recipiente equipado con una paleta estándar, tal como Rapid Visco Analyzer (Rapid Visco Analyzer, RVA 4500, Newport Scientific).

En la práctica, se colocan 5,9 g de granulados en el recipiente de RVA con 22,6 g de agua calentada a 50°C, lo que conduce a un total de sólidos de la mezcla del 20 %. A continuación, la mezcla de granulados de salvado y agua se agitó manualmente durante 10 s para poner en contacto los granulados y el agua, a continuación, se agitó en el recipiente de RVA con las paletas a 50 RPM durante 10 min a 50 °C.

A partir de las curvas de viscosidad frente al tiempo obtenidas con el RVA, se obtuvo la viscosidad de los granulados de salvado rehidratado a los 2 min y a los 10 min, Visco2min y Visco10min respectivamente. La relación Visco10min / Visco2min describe el comportamiento de los granulados de salvado tras la reconstitución. Cuando la relación es superior a 1, es decir, Visco10min > Visco2min, la viscosidad aumenta con el tiempo. Cuando la relación es menor o igual a 1, se puede suponer que la viscosidad alcanzada dentro de los 2 minutos posteriores a la rehidratación permanece estable con el tiempo, o tal vez disminuya ligeramente con el tiempo, posiblemente debido al cizallamiento de la paleta durante la medición. En otras palabras, la viscosidad del salvado ya está completamente construida a los 2 minutos después de la rehidratación. Esta es una característica importante para los productos que los consumidores desean preparar rápidamente.

#### Determinación del ácido ferúlico

El análisis del ácido ferúlico libre se realizó según el procedimiento Healthgrain publicado (Li L. y col. 2008. Ácidos fenólicos en variedades de trigo en el cribado de diversidad HEALTHGRAIN. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 9732-9739). Se pesó una alícuota de 50 mg de muestra en un tubo Eppendorf. Las preparaciones se realizaron por duplicado. A continuación, las muestras se mezclaron con 1,5 mL de metanol al 70 % y se agitaron y sonicaron a fondo durante 10 min. A continuación, las muestras se centrifugaron (5 min a 5000 rpm) y el sobrenadante se mantuvo en un nuevo tubo limpio. La alícuota se volvió a extraer con 1,5 mL de metanol fresco al 70 % dos veces y los tres sobrenadantes se agruparon, constituyendo el extracto de ácido ferúlico libre. A continuación, se añadió un estándar interno (ácido 3, 5-dicloro-4-hidroxibenzoico) para una cuantificación adicional antes de la concentración del extracto por evaporación durante la noche. El residuo viscoso obtenido se solubilizó en metanol al 40 % y se centrifugó 1 h a 14.500 rpm usando un Amicon Eppendorf equipado con un filtro interno. El sobrenadante limpio se filtró de nuevo (40 µm) y finalmente se transfirió a un vial antes del análisis.

Los extractos se analizaron con cromatografía de líquidos de alta resolución en una columna de fase inversa XBridge (C18 3,5 µm, 3,0\*150,0 mm, Waters). Los ácidos fenólicos se separaron utilizando una concentración creciente de acetonitrilo y se identificaron con los tiempos de retención de los estándares comerciales. La detección UV se realizó a 320 nm para el ácido ferúlico y la cuantificación se realizó determinando la respuesta del estándar de ácido ferúlico al estándar interno añadido durante la preparación de la muestra.

#### Determinación del hexanal

El contenido de compuestos de aroma se determinó usando microextracción en fase sólida del espacio de cabeza en combinación con cromatografía de gases y espectrometría de masas en tandem (HS-SPME-GC/MS/MS). La cuantificación se llevó a cabo mediante el ensayo de dilución de isótopos estables (SIDA).

La muestra (1 g ± 0,002 g) se pesó en un vial de espacio de cabeza de 20 ml. Se añadieron agua ultrapura (10 mL) y una solución de metanol de estándares internos (20 µL) junto con una barra de agitación magnética. El vial se cerró con un tapón de rosca y la mezcla se homogeneizó por medio de un agitador de vórtice durante 5 s y luego se agitó durante 15 min usando un agitador magnético. A continuación, la mezcla se centrifugó a 4000 rpm durante 3 min y se transfirió una alícuota de sobrenadante (5 ml) a un nuevo vial de espacio de cabeza de 20 ml y se analizó mediante HS-SPME-GC/MS/MS. Cada muestra se preparó por duplicado mediante dos análisis independientes.

Para HS-SPME, la incubación (5 min) y la extracción (30 min) se realizaron a 70°C. Se utilizó fibra DVB-CAR-PDMS de 2 cm (Supelco) para la extracción a una velocidad del agitador de 500 rpm. La fibra se inyectó en un instrumento de GC-MS/MS y los compuestos de aroma se desorbieron en modo dividido (relación 5:1) a 250°C durante 5 min.

Para GC/MS/MS, se utilizaron un cromatógrafo de gases Agilent 7890A y un espectrómetro de masas de triple cuadrupolo Agilent 7000 con fuente de ionización química (CI). Se utilizó metano como gas reactivo. Las separaciones

cromatográficas de gases se lograron en una columna DB-624-UI de 60 m x 0,25 mm de diámetro interno, espesor de película 1,4 µm (J&W Scientific). El programa de temperatura del horno comenzó a 50°C; la temperatura aumentó a una velocidad de 5°C/min hasta 200 °C, luego a una velocidad de 30°C/min hasta 250°C y luego se mantuvo constante durante 10 min. El helio se utilizó como gas portador con un flujo constante de 1,0 ml/min.

Los analitos se identificaron comparando sus tiempos de retención y patrones de fragmentación con los estándares correspondientes. Las concentraciones se calcularon a partir de las abundancias (áreas de los picos) de los iones seleccionados para los analitos y los estándares internos y a partir de las cantidades de estándares internos añadidos. Las cantidades de los estándares internos se ajustaron para obtener una relación de área de pico de analito/estándar entre 0.2 y 5. Los iones (transiciones) utilizados para la cuantificación mediante el ensayo de dilución de isótopos estables se enumeran junto con las energías de colisión aplicadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Iones seleccionados utilizados para la cuantificación de compuestos de aroma por medio de ensayos de dilución de isótopos estables

Compuesto	Ion precursor (m/z)	Ion del producto (m/z)	Energía de colisión (V)
hexanal	83	55	10
[ <sup>2</sup> H <sub>3</sub> ]-hexanal	86	57	10

### Condiciones de extrusión

En los ejemplos se utilizan dos tipos de extrusoras de doble sinfín bien conocidas, a saber, los modelos BC 21 y BC 45, ambos de CLEXTRAL (Francia).

Una composición de salvado como se muestra en los ejemplos a continuación se introduce en una extrusora de doble tornillo (Clextral BC45) con 7 barriles (longitud total de 1400 mm). La configuración del sinfín se presenta en la Tabla 2. Esta configuración de sinfín se utiliza para aplicar una energía mecánica que sea suficiente para cizallar la composición de salvado.

Se añade agua en la extrusora para alcanzar un contenido de agua de la masa de 19 % a 30 % dentro de la extrusora. Para una extrusión más fácil, el salvado se preacondiciona con agua añadida a un nivel de 1,5 kg por 5 kg de salvado, por ejemplo.

El perfil de temperatura es, por ejemplo, de 20°C / 90°C / 105°C / 135°C / 135°C / 115°C en los barriles sucesivos, con el fin de cocinar el salvado. La velocidad del sinfín es de 340 RPM. La masa de salvado alcanza una temperatura de 120°C a 150°C en la extrusión. El salvado extruido se corta con la turbina, como se muestra en el ejemplo 2. La turbina tiene un diámetro de 114 mm, con 36 aletas. La humedad del salvado extruido es de 6 a 12 %. Una etapa de secado permite reducir la humedad de los granulados de salvado extruidos hasta del 1 al 3 %.

Tabla 2: Configuración del sinfín

Longitud (mm)	Paso (mm)	Vuelo
12		Anillo
200	66	C2F
100	50	C2F
50	33	C2F
150	50	C2F
75	50	C2F
12,5		INO
100	25	C1F
50	-25	CF1C
50	-25	CF1C
100	33	C1F
100	5/4	MEL

(continuación)

Longitud (mm)	Paso (mm)	Vuelo
50	-25	CF1C
100	50	C1F
50	-25	CF1C
100	-25	CF1C
100	50	C1F
Total 1400	L/D =	25,23

**Ejemplo 1: Ejemplo comparativo: salvado molido extruido**

5 El salvado se extruye en forma de cordón, sin cortar, según las condiciones de extrusión de la Tabla 3.1 a continuación. El cordón de salvado extruido se muele luego en granulados con un molino Frewitt, con un tamaño de malla cuadrada de 1,5 mm, alambre de 1 mm y una velocidad de rotación de 0,74 RPM, con el fin de alcanzar el mismo intervalo de tamaño de granulados que los granulados según la invención. Estas condiciones de extrusión son condiciones bastante estándar. En particular, el extruido no se corta con la turbina de granulación descrita en la presente.

10 Tabla 3.1. Condiciones de extrusión. En el ejemplo B, \* es para la segunda extrusión. En el ejemplo B, el material obtenido después de la primera extrusión y molienda se extruye y se somete a una segunda molienda ("doble extrusión y molienda") utilizando la configuración de sinfín descrita en la Tabla 2 y las condiciones de extrusión identificadas por un asterisco \* en la Tabla 3.1.

Ejemplo		A	B
RECETA	Unidad	Extrusión simple y molienda	Doble extrusión y molienda
Salvado de trigo	% en peso	100	100
EXTRUSIÓN			
Tipo de extrusora		BC21	BC21
Temperatura del producto	°C	130	130 / 120*
Velocidad del sinfín	RPM	310	310 / 310*
Agua en la extrusora	%	25,5	25,5 / 25,6*
CORTE		Sin corte	Sin corte
Número de matriz(ces)		1	1/1*
Diámetro de la matriz	mm	3	3/3*
Caudal total	Kg/h	8,6	8,6 / 9,3 *
FIGURAS		1 y 2	3

Tabla 3.2 Medidas

Ejemplo	Unidad	A	B
Diámetro medio del área	µm	806	990
Visco10min/Visco2min		1,8	0,79
Porosidad	%	17,6	26,9
Espesor medio de la pared	µm	32	26,5

Los granulados de salvado del producto B, que se extruyen dos veces, tienen un Visco10/Visco2 más bajo que los granulados de salvado del ejemplo A. Este resultado puede estar relacionado con la estructura de los granulados: los granulados de salvado B son más porosos con paredes más delgadas que los granulados de salvado A. Cuando se

realiza la extrusión y molienda de salvado, es preferible una segunda extrusión para obtener buenas propiedades de reconstitución del salvado.

- 5 Además, la textura del salvado molido de doble extrusión (B) se evaluó en comparación con el salvado molido extruido (A) durante una cata técnica, después de la reconstitución del salvado en líquido. El salvado molido de doble extrusión era claramente más suave y mucho menos arenoso.

### Ejemplo 2: Granulados directos de salvado

- 10 Los granulados de salvado directo se pueden preparar utilizando la configuración de sinfín descrita en la Tabla 2, con las condiciones de extrusión y las condiciones de corte descritas en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1.

Ejemplo		C	D	E
RECETA	Unidad	Granulados directos de salvado	Granulados directos de salvado	Granulados directos de salvado
Salvado de trigo	% en peso	100	100	
Salvado de maíz	% en peso			80
Sémola de maíz	% en peso			20
EXTRUSIÓN				
Adición de agua (preacondicionamiento)		1,5 kg de agua por 5 kg de salvado	1,5 kg de agua por 5 kg de salvado	1,2 kg de agua por 5 kg de mezcla
Tipo de extrusora		BC 21	BC 21	BC21
Temperatura del producto	°C	140	133	129
Velocidad del sinfín	RPM	350	350	500
Agua en la extrusora	%	27	27	24,7
CORTE		con turbina de granulación		
Número de matriz(ces)		1	1	1
Diámetro de la matriz	mm	3	3	3
Caudal total	Kg/h	7,5	7,5	7,5
Caudal por matriz	Kg/h	7,5	7,5	7,5
Velocidad de corte	RPM	13000	18000	13000
Número de aletas de la turbina		36	36	36
Vtur	m.s 1	77,6	107,5	77,6
Lpr	mm	0,055	0,040	0,040
FIGURA		4	5	-

15

Tabla 4.2

Ejemplo	Unidad	C	D	E
Diámetro medio del área	µm	456	416	658
Visco10min/Visco2min	min	0,98	0,97	0,45

(continuación)

Ejemplo	Unidad	C	D	E
Porosidad	%	36	35	52,1
Espesor medio de la pared	µm	13,4	12,8	10,1

Los granulados de salvado de los ejemplos C, D, E hechos con la turbina tienen todos una relación  $\text{Visco}_{10}/\text{Visco}_2 \leq 1$ . Sus porosidades son más altas que las de los ejemplos A y B, y el espesor medio de la pared es menor. Las buenas propiedades de reconstitución de los granulados de salvado extruidos de nuestra invención, en comparación con el salvado molido extruido correspondiente (ejemplo A), pueden explicarse principalmente por la mayor porosidad de los granulados de salvado y su menor espesor medio de pared. Los granulados de salvado C, D y E también tienen un diámetro de área promedio más pequeño (tamaño de partícula).

Además, se evaluó la textura de los granulados de salvado directos (C, D) en comparación con el salvado molido extruido (A) durante una cata técnica. Los granulados de salvado directos obtenidos con la turbina fueron claramente menos arenosos y más suaves cuando se reconstituyeron en un líquido.

### Ejemplo 3 : Granulados directos de salvado con doble extrusión

Tabla 5.1. (\*) condiciones de la segunda extrusión. Después de la primera extrusión y corte, el producto no se seca y se utiliza como tal para la segunda extrusión y corte. El contenido de agua en el salvado después de la primera extrusión es del 10 al 15 %.

Ejemplo		F	G
RECETA	Unidad	Granulados directos de salvado	Granulados directos de salvado
Salvado de trigo	% en peso		100
Salvado de maíz	% en peso	80	
Sémola de maíz	% en peso	20	
EXTRUSIÓN			
Adición de agua (preacondicionamiento)		1,2 kg de agua + 5 kg de mezcla / Ninguna*	1,4kg de agua + 5 kg de mezcla / Ninguna*
Tipo de extrusora		BC21	BC21
Temperatura del producto	°C	130/133*	126 / 125*
Velocidad del sinfín	RPM	500 / 500*	310 / 410*
Agua en la extrusora	%	25,7 / 20,7*	27 / 20,5*
CORTE		con turbina de granulación	
Número de matriz(ces)		1	1
Diámetro de la matriz	mm	3	3
Caudal total	Kg/h	7,5 / 7,5 *	7,5 / 9*
Caudal por matriz	Kg/h	7,5 / 7,5 *	7,5 / 9*
Velocidad de corte	RPM	13000 / 13000*	13000 / 13000*
Número de aletas de la turbina		36 / 36*	36 / 36*
V <sub>tur</sub>	m.s <sup>-1</sup>	77,6 / 77.6*	77,6 / 77.6*
L <sub>pr</sub>	mm	0,055 / 0,055*	0,055 / 0,066
FIGURA		6	-



Tabla 5.2. Mediciones

Ejemplo	Unidad	F	G
Diámetro medio del área	µm	727	702
Visco10min/Visco2min	min	0,77	0,97
Porosidad	%	42,4	45,3
Espesor medio de la pared	µm	10,4	9,9

Los granulados de salvado de doble extrusión ofrecen buenas propiedades de reconstitución, con Visco10/Visco2 ≤ 1. La segunda etapa de extrusión proporciona granulados de salvado con una porosidad aún mayor y paredes más delgadas. Tras la cata técnica, los granulados de salvado de doble extrusión se perciben aún menos arenosos y más suaves.

Los granulados de salvado de los ejemplos 3 y 4 son granulados "directos", lo que significa que se cortan directamente a la salida de la extrusora hasta su tamaño final, con la necesidad de una molienda específica como en el Ejemplo 1. Al comparar la extrusión simple (ejemplo 2) con la extrusión doble (ejemplo 3), parece que la extrusión doble (junto con el corte directo) proporciona un rango más específico de texturas, como lo indica la porosidad, el grosor medio de la pared y el diámetro promedio del área, a pesar de sus diferentes recetas (salvado completo o sémola mixta de salvado). En particular, los granulados de salvado de corte directo de doble extrusión presentan una porosidad del 41 % al 49 %, preferentemente del 41 % al 46 %, un espesor medio de pared de 9 a 11 µm y un diámetro medio de área (D[4, 3]) de 690 a 750 µm, preferentemente de 700 a 730 µm.

#### Ejemplo 4: Granulados directos de salvado de salvado mezclado y ampliación

Los granulados de salvado de corte directo de extrusión única se pueden preparar utilizando la configuración de sinfín descrita en la Tabla 2, con las condiciones de extrusión y las condiciones de corte descritas en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1

Ejemplo		H	I
RECETA	Unidad	Granulados directos de salvado	Granulados directos de salvado
Salvado de maíz	% en peso	50	50
Salvado de avena	% en peso	50	50
EXTRUSIÓN			
Adición de agua (preacondicionamiento)		1,2 kg de agua + 5 kg de mezcla	No
Tipo de extrusora		BC21	BC45
Temperatura del producto	°C	126	144
Velocidad del sinfín	RPM	500	340
Agua en la extrusora	%	24,8	19,1
CORTE		con turbina de granulación	
Número de matriz(ces)		1	4
Diámetro de la matriz	mm	3	3
Caudal total	Kg/h	7,5	90
Caudal por matriz	Kg/h	7,5	22,5
Velocidad de corte	RPM	13000	13000
Número de aletas de la turbina		36	36
V <sub>tur</sub>	m.s <sup>-1</sup>	77,6	77,6
L <sub>pr</sub>	mm	0,055	0,080

Tabla 6.2 Mediciones

Ejemplo	Unidad	H	I
Diámetro medio del área	μm	881	630
Visco10min/Visco2min	min	0,97	0,93
Porosidad	%	38,2	-
Espesor medio de la pared	μm	12,4	-

El ejemplo I es la versión ampliada del ejemplo H. El caudal total es de 90 kg/h en el ejemplo I, mientras que es de 7,5 kg/h en el ejemplo H. Ambos granulados de los ejemplos I y H presentan buenas propiedades de reconstitución, con  $\text{Visco10/Visco2} \leq 1$ . Por lo tanto, la producción de granulados de salvado directos se puede ampliar. También funciona para caudales industriales, por ejemplo, 1000 kg/h, con un mayor número de matrices (por ejemplo, 50). Esto conduce a un caudal por matriz de 20 kg/h.

#### Ejemplo 5: Determinación de la vida útil

##### *Preparación de obleas*

Las obleas se utilizan como modelo para evaluar el impacto en la vida útil de varios ingredientes. El salvado extruido preparado como se describe en los Ejemplos C, E, F y G se añadió a la preparación de obleas para evaluar su potencial para modular el desarrollo de rancidez en una matriz de cereal modelo. También se preparó una oblea de referencia con adición del salvado nativo (no extruido). Los rebozados se prepararon con la siguiente formulación:

Tabla 7. Recetas de obleas

Ingrediente	Oblea A (g/rebozado)	Oblea B (g/rebozado)
Harina de trigo refinada	61,05	61,05
Salvado de trigo/maíz extruido	10,77	
Salvado nativo de trigo/maíz		10,77
Agua	75,00	75,00
Grasa	3,00	3,00
Bicarbonato de sodio	0,18	0,18
Total	150,0	150,0

La relación de salvado (extruido o nativo)/harina refinada se establece en 15:85 para reflejar la proporción natural de salvado en la harina integral. Las obleas (9-11 g cada una) se prepararon horneando a 160°C durante 110 s utilizando un equipo de laboratorio para la producción de láminas de oblea (Hebenstreit).

##### *Ensayo de almacenamiento acelerado*

Las obleas se molieron utilizando un molinillo de café (Tristar) y las obleas molidas se sometieron a una prueba de almacenamiento acelerado. Se almacenaron 5 g de oblea molida en una botella Pyrex cerrada de 50 ml en un horno a 40 °C durante 5 meses en réplicas. Después del almacenamiento, se determinó hexanal (marcador de oxidación de lípidos) en ambas muestras. Los resultados se muestran en la Figura 8.

El contenido de hexanal se redujo en más de la mitad en las muestras que contenían salvado extruido en lugar de salvado nativo, tanto para el salvado de trigo como para el salvado de maíz. El ácido ferúlico soluble fue mayor en el salvado extruido que en el salvado nativo, menos para el salvado de trigo que para el salvado de maíz.

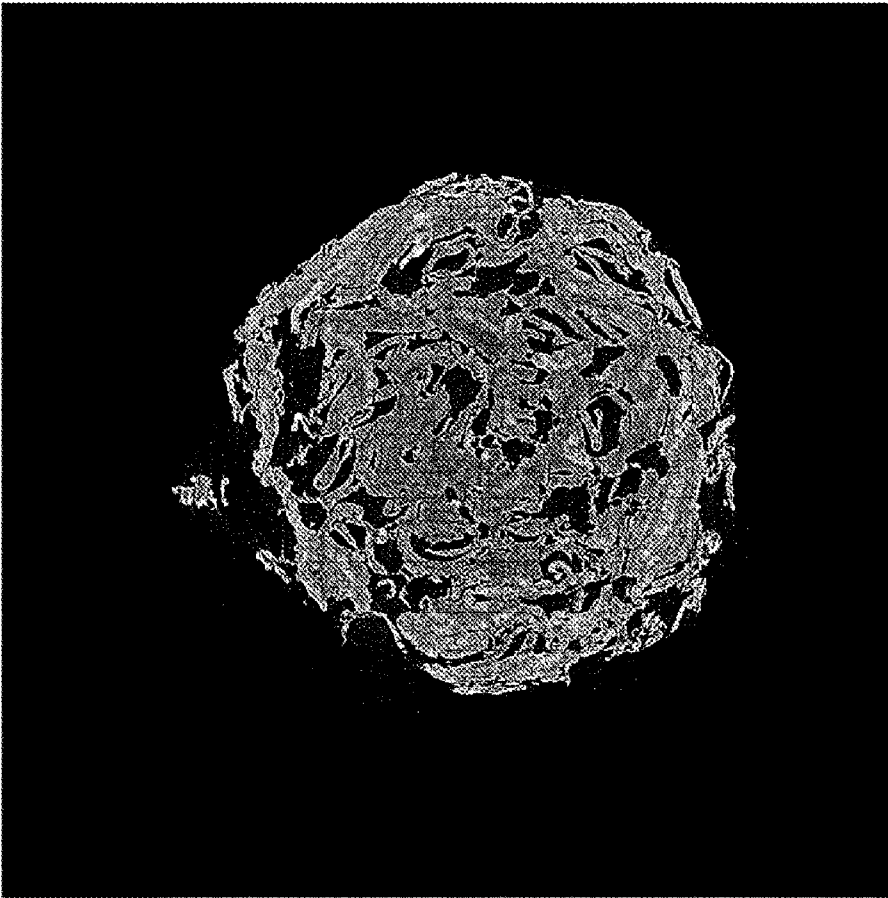
Esto muestra que el salvado extruido, en particular el salvado de maíz de doble extrusión, se puede usar como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio seco, por ejemplo, como un agente antioxidante.

Aunque la invención se ha descrito a modo de ejemplo, debe apreciarse que pueden realizarse variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

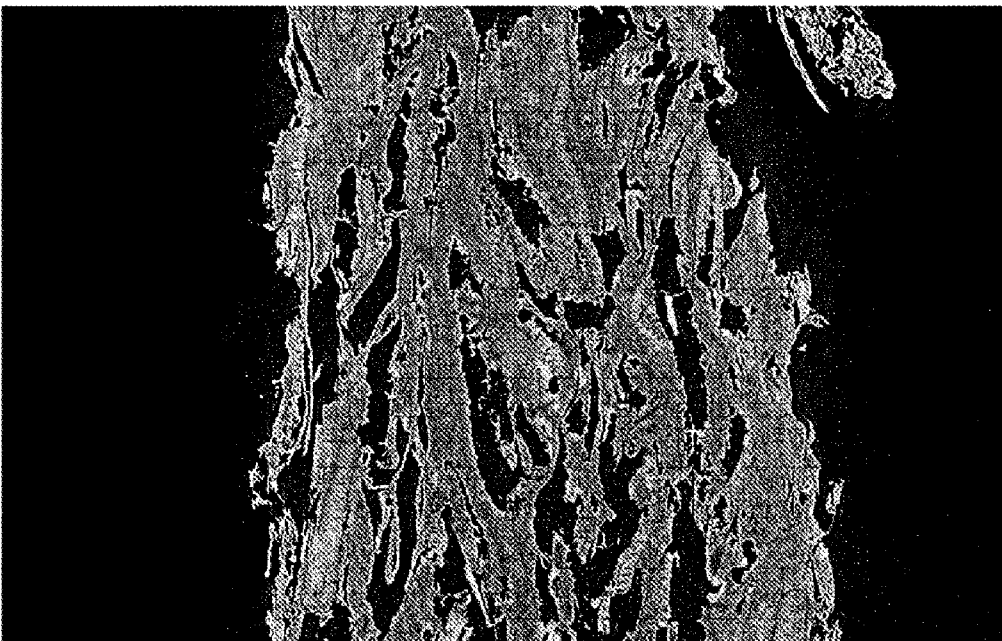
## REIVINDICACIONES

1. Los granulados de salvado que tienen un diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de 200 a 1500  $\mu\text{m}$ , una porosidad de 35 % a 55 %, un espesor de pared promedio de 9 a 20  $\mu\text{m}$ , siendo el espesor de pared promedio el espesor medio de los poros de los granulados medido mediante tomografía de rayos X, y que tienen una relación de viscosidad  $\text{Visco}_{10\text{min}}/\text{Visco}_{2\text{min}} \leq 1$ , comprendiendo dichos granulados al menos 50 % en peso de salvado, preferentemente al menos 80 % en peso de salvado, y donde el salvado es salvado de cereal o salvado de pseudocereal, y donde los granulados consisten en 100 % de materia seca en peso de salvado, donde la viscosidad se mide en una mezcla de 20 % en peso de dichos granulados en 80 % en peso de agua, a 50°C, a una velocidad de cizallamiento de 50 rpm, después de 2 minutos ( $\text{Visco}_{2\text{min}}$ ) y 10 minutos ( $\text{Visco}_{10\text{min}}$ ) a esta velocidad de cizallamiento, con un reómetro que comprende un recipiente equipado con una paleta estándar.
2. Los granulados según la reivindicación 1, donde los granulados tienen:
  - un diámetro de área promedio  $D[4, 3]$  de 300 a 1000  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 400 a 900  $\mu\text{m}$ ,
  - una porosidad del 36 % al 39 %, o del 41 % al 49 %, preferentemente del 41 % al 46 %, o del 51 % al 55 %,
  - un espesor de pared medio de 9 a 15  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 9 a 13  $\mu\text{m}$ , más preferentemente de 9 a 11  $\mu\text{m}$ .
3. Los granulados según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde el salvado es salvado de cereal o salvado de pseudocereal seleccionado de salvado de trigo, salvado de maíz, salvado de avena, salvado de sorgo, salvado de mijo, salvado de cebada o mezclas de los mismos.
4. Los granulados según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que pueden obtenerse mediante un procedimiento de cocción-extrusión, preferentemente un procedimiento de cocción-extrusión doble, más preferentemente un procedimiento que no comprende una etapa de molienda aguas abajo de la etapa de corte.
5. Una composición alimenticia seca que comprende granulados de salvado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la composición alimenticia seca es un producto de cereal infantil, un producto de cereal para adultos, una salsa deshidratada, una sopa deshidratada, un plato deshidratado, una bebida reconstituible o un alimento deshidratado para mascotas.
6. Una composición alimenticia seca según la reivindicación 5, donde dichos granulados se utilizan como un agente para mejorar la vida útil de dicho producto alimenticio.
7. El uso de los granulados de salvado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, como un agente para mejorar la vida útil de un producto alimenticio seco.
8. El uso según la reivindicación 7, donde dicho producto alimenticio seco es un producto alimenticio seco envasado, y donde el material de envasado no comprende plástico, preferiblemente donde el material de envasado es papel.
9. El uso según la reivindicación 7 u 8, donde dichos granulados de salvado se usan como un agente antioxidante.
10. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde dichos granulados de salvado se utilizan para proteger dicho alimento seco de la absorción de humedad.
11. Un procedimiento para fabricar granulados de salvado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
  - (a) mezclar un material de salvado con agua en una extrusora para formar una masa que comprende el 100 % en peso de material de salvado;
  - (b) cocinar la masa en la extrusora a una temperatura comprendida entre 110°C y 160°C y a un contenido de agua comprendido entre el 20 % y el 40 % en peso de la masa;
  - (c) extruir la masa a través de una matriz de extrusión (2);
  - (d) cortar la masa en granulados directamente a la salida de la boquilla de extrusión (2), a una velocidad de corte de turbina  $V_{\text{tur}}$  de entre 20 m/s y 120 m/s y a una longitud de extruido  $L_{\text{pr}}$  de entre 0,05 mm y 0,5 mm mediante una turbina de granulación rotatoria (5), para obtener un primer producto granulado; y
  - (e) secar el producto granulado hasta un contenido de agua inferior al 8 %.
12. El proceso según la reivindicación 11, donde las etapas (b), (c) y (d) se repiten al primer producto granulado antes del secado, para obtener un segundo producto granulado, y el segundo producto granulado se seca hasta un contenido de agua inferior al 8 %.
13. El procedimiento según la reivindicación 11 o 12, donde la masa de salvado comprende al menos el 80 % en

peso de material de salvado, preferentemente donde la masa consiste en material de salvado y agua.



1A



1B

FIGURA 1

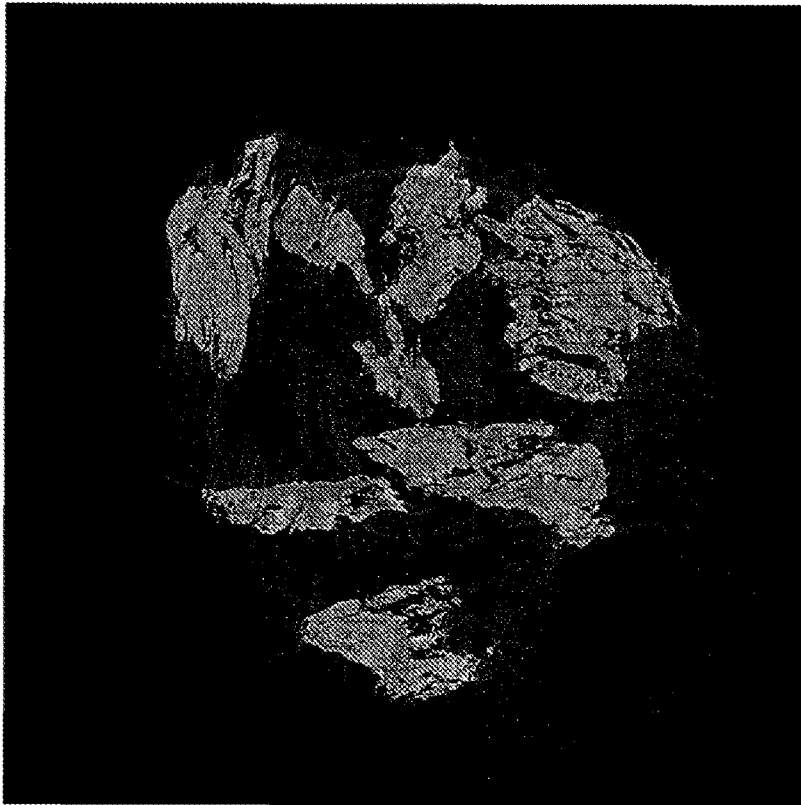


FIGURA 2

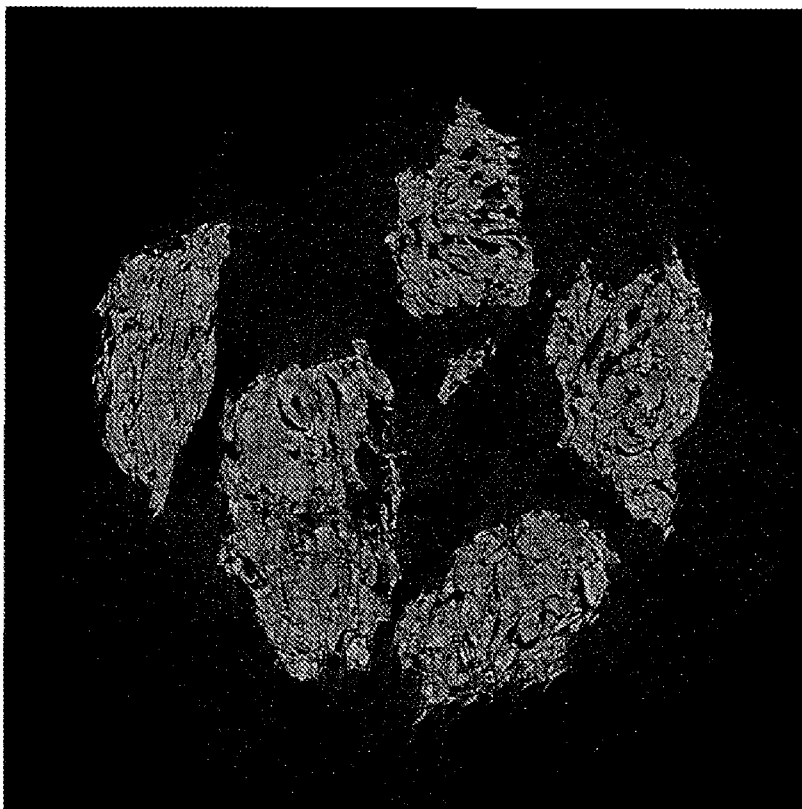


FIGURA 3

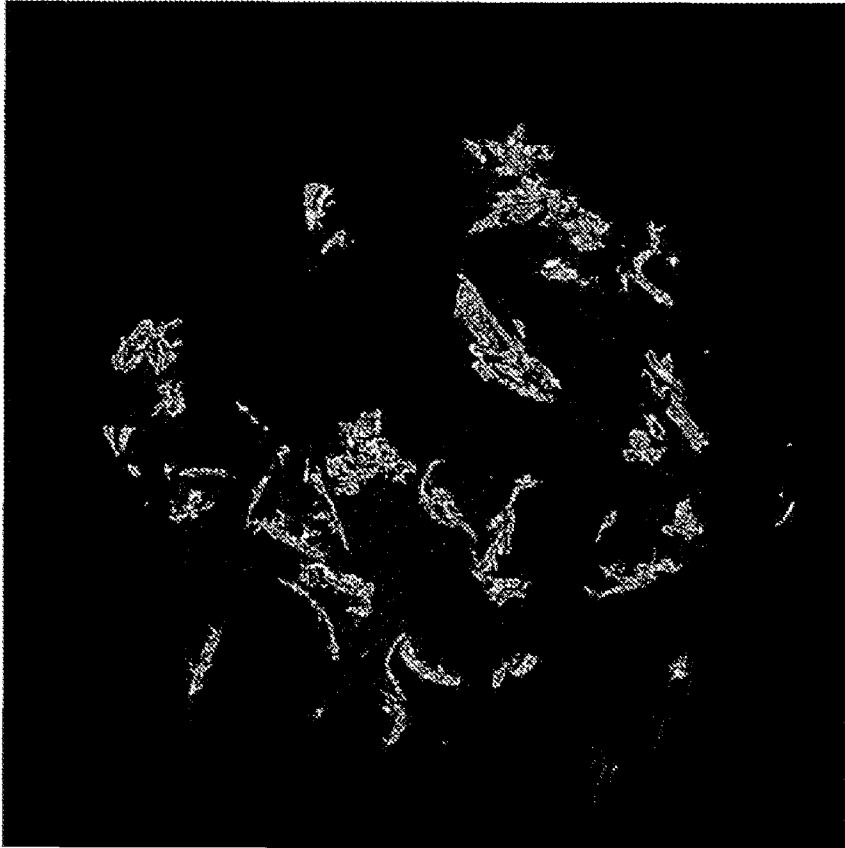


FIGURA 4

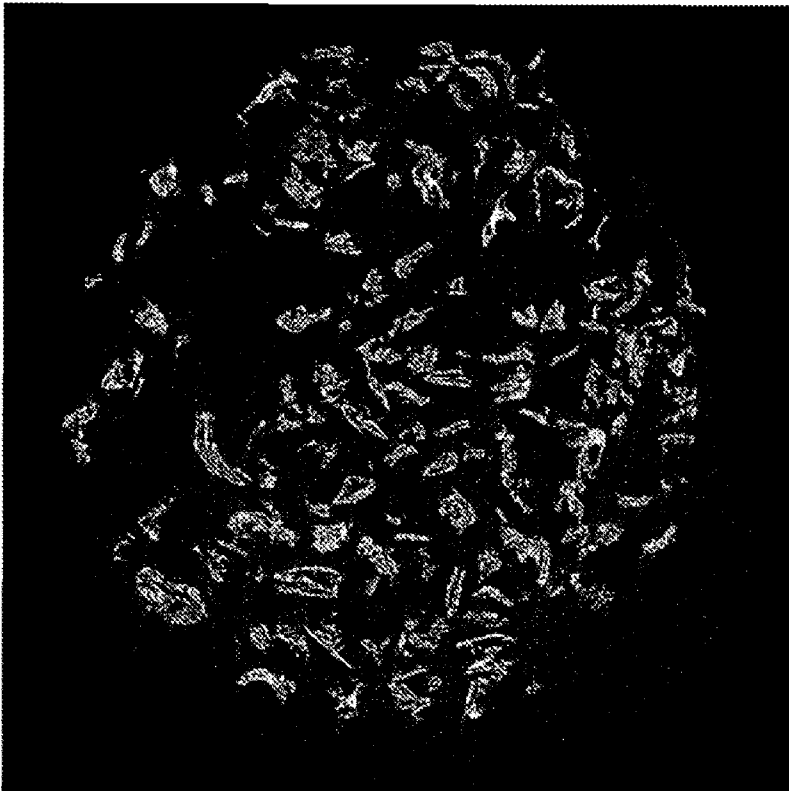
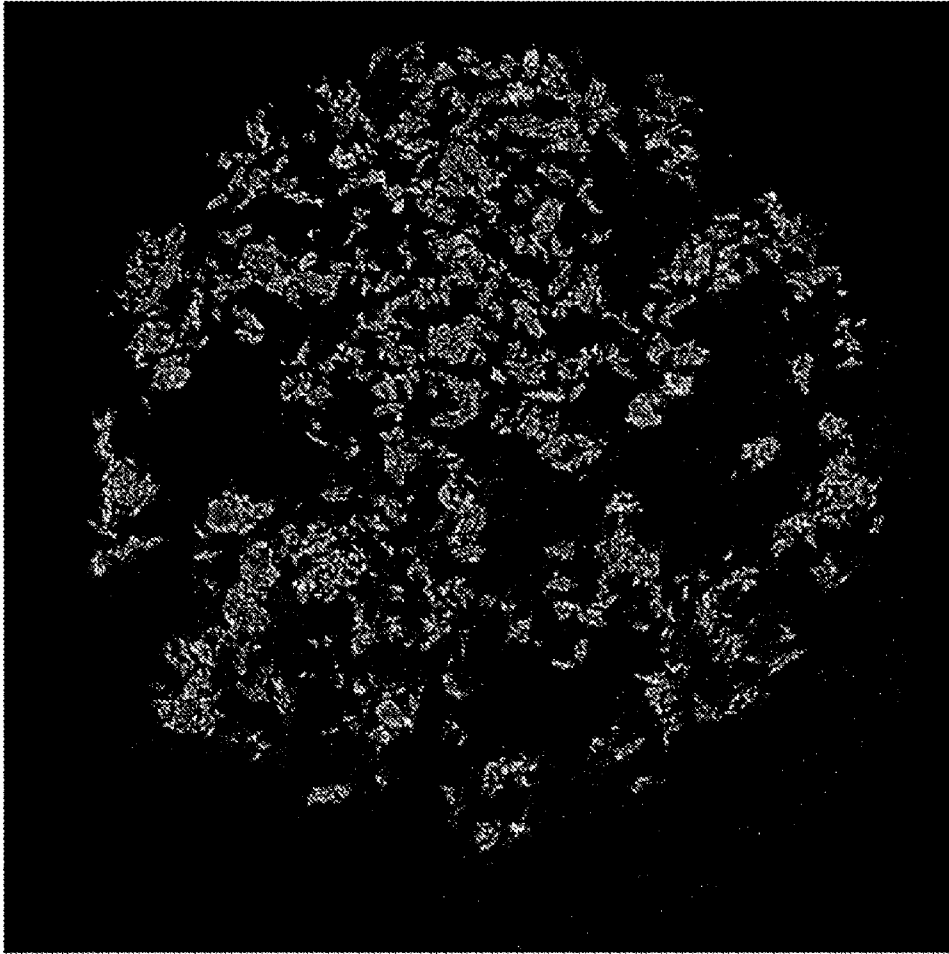


FIGURA 5



**FIGURA 6**



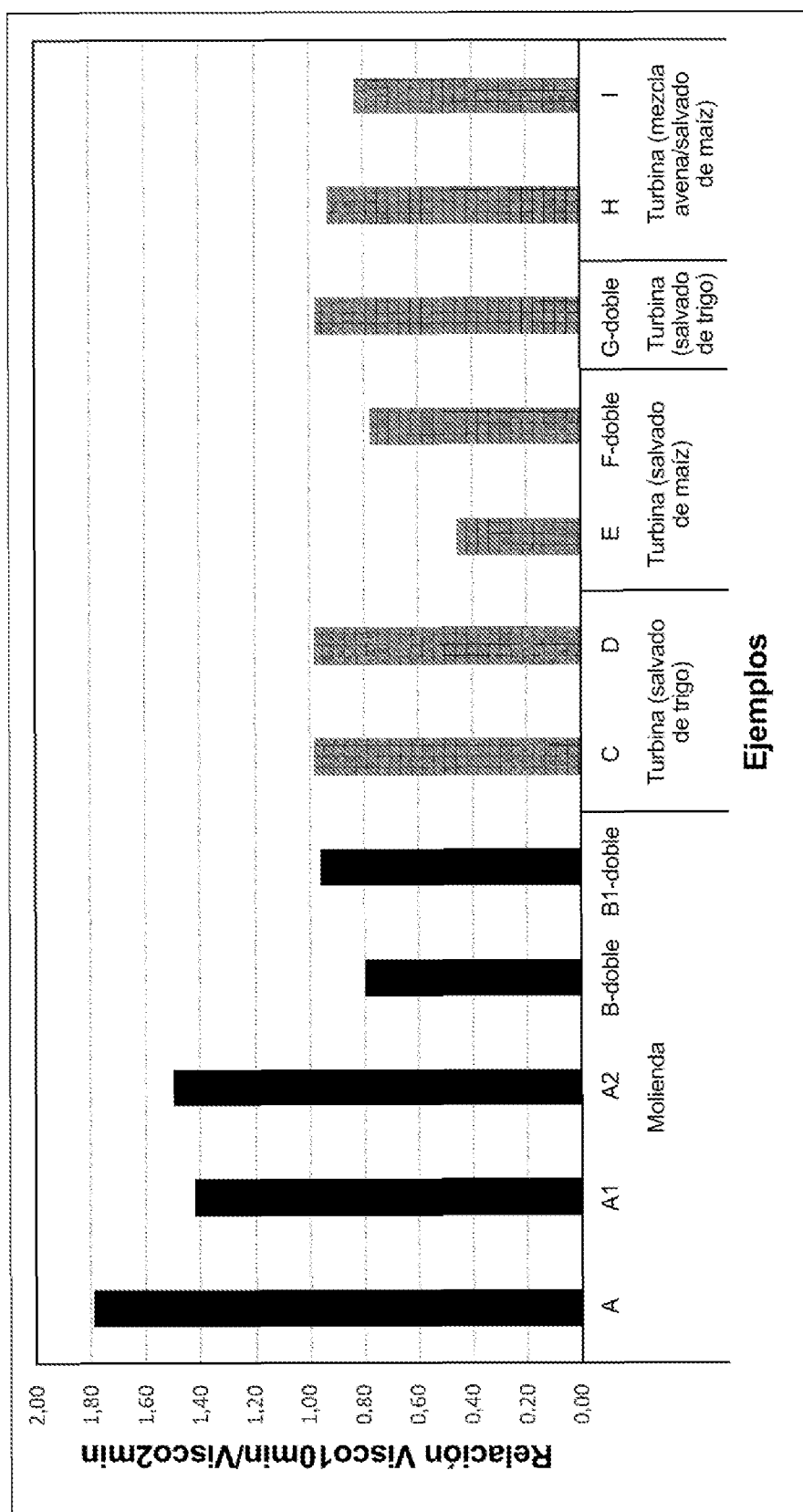


FIGURA 7

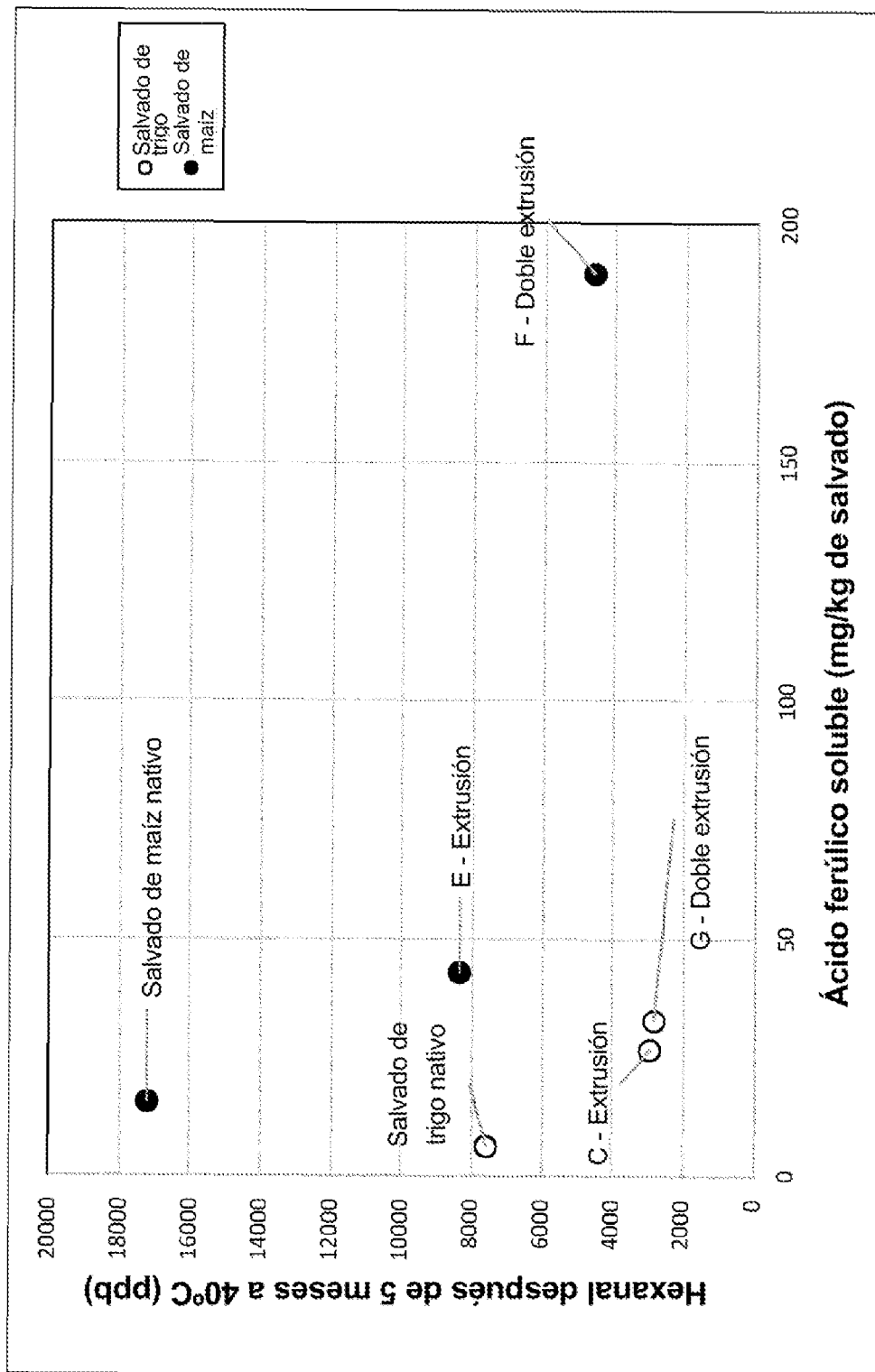
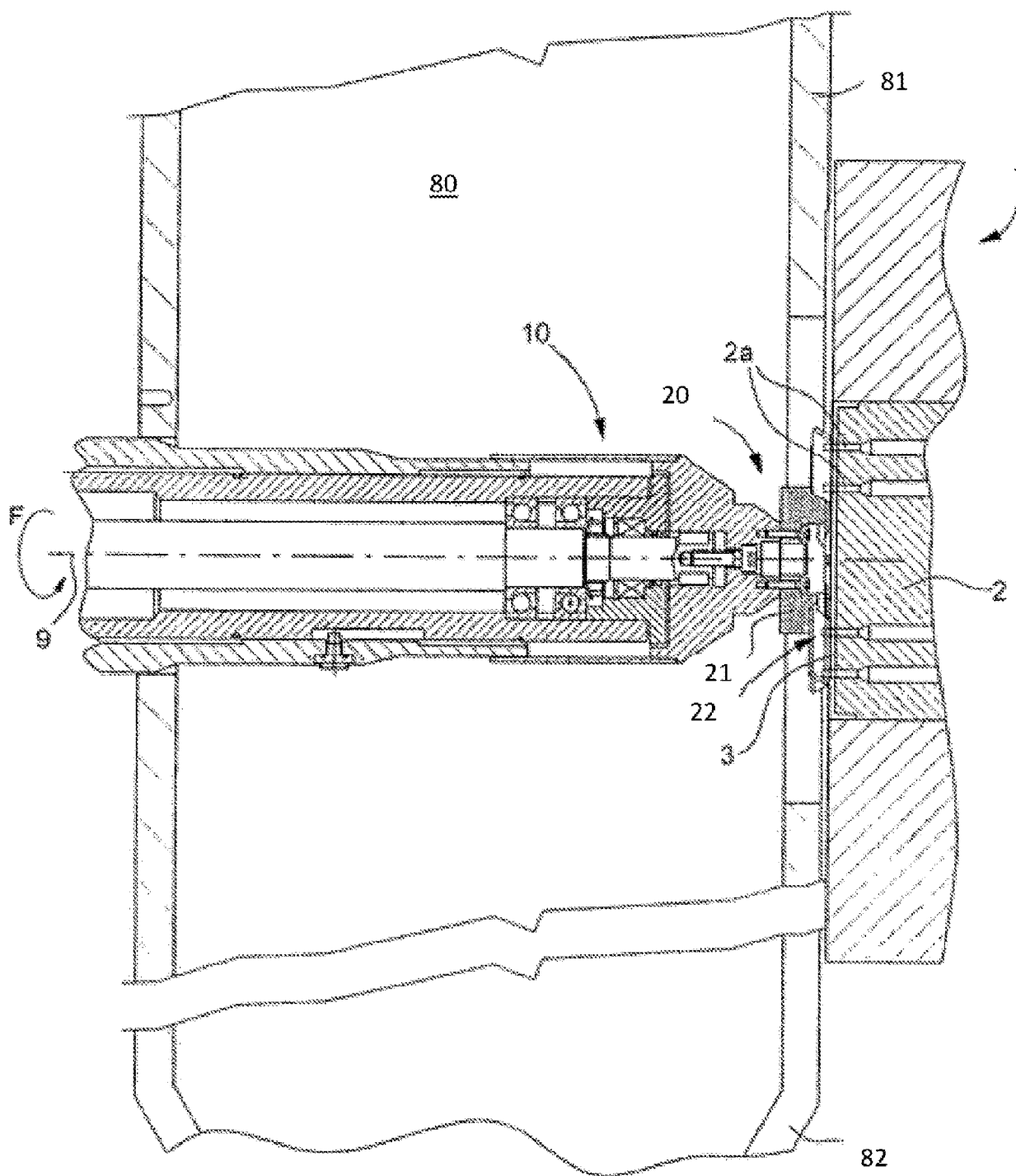


FIGURA 8



**FIGURA 9** (técnica anterior)

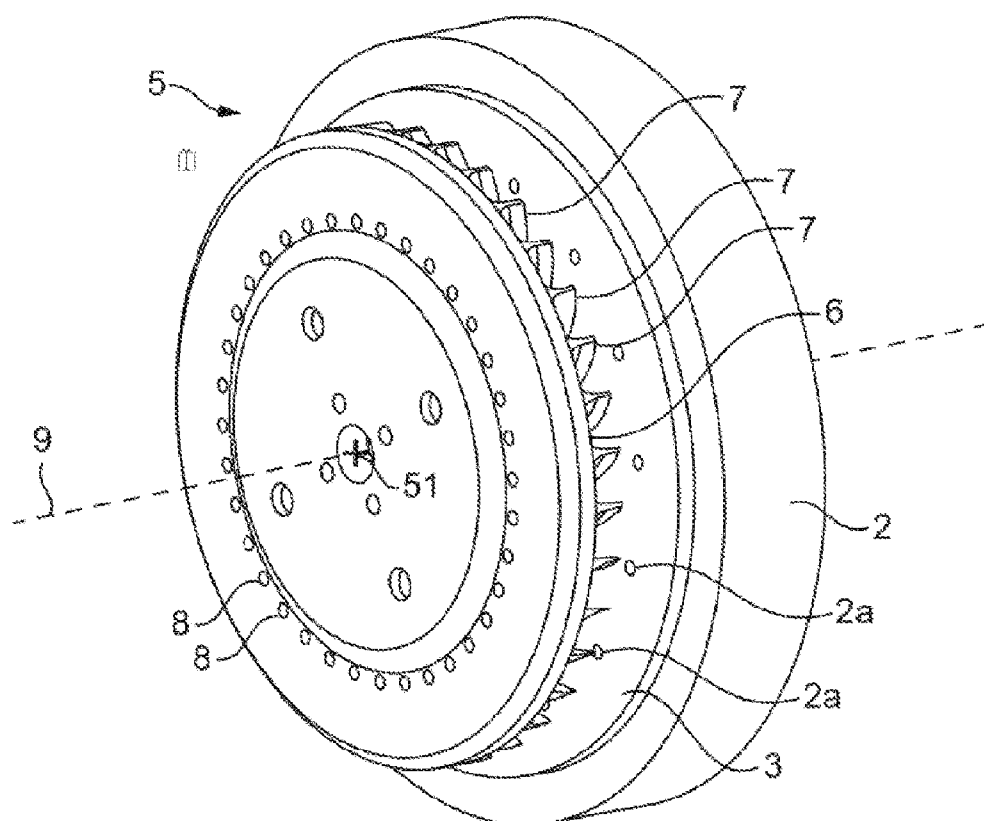


FIGURA 10

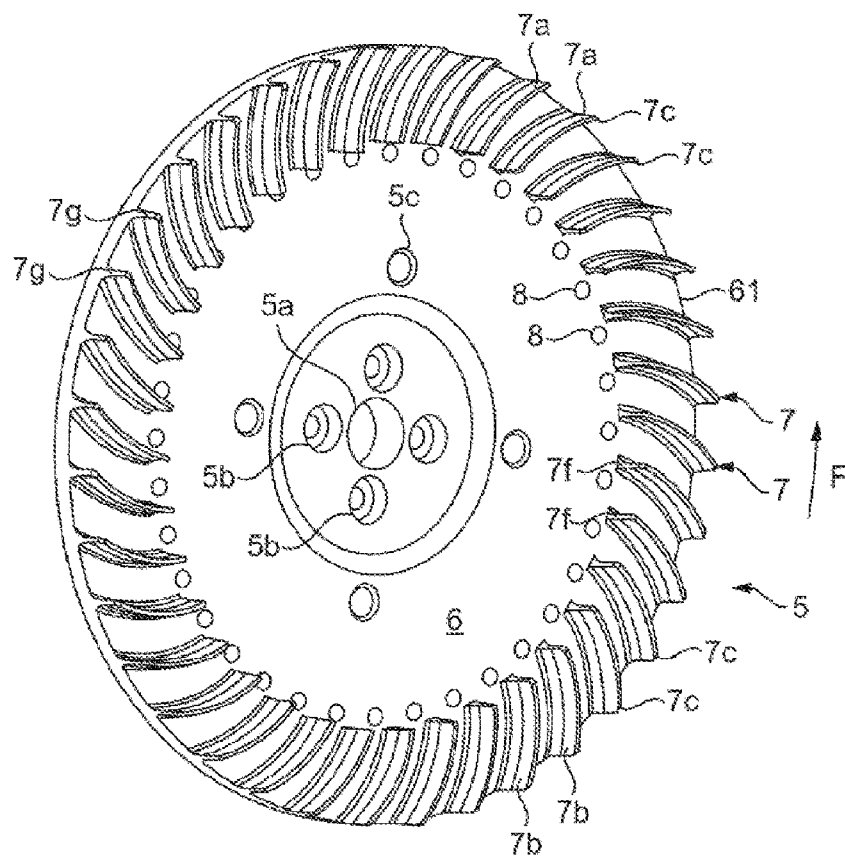


FIGURA 11

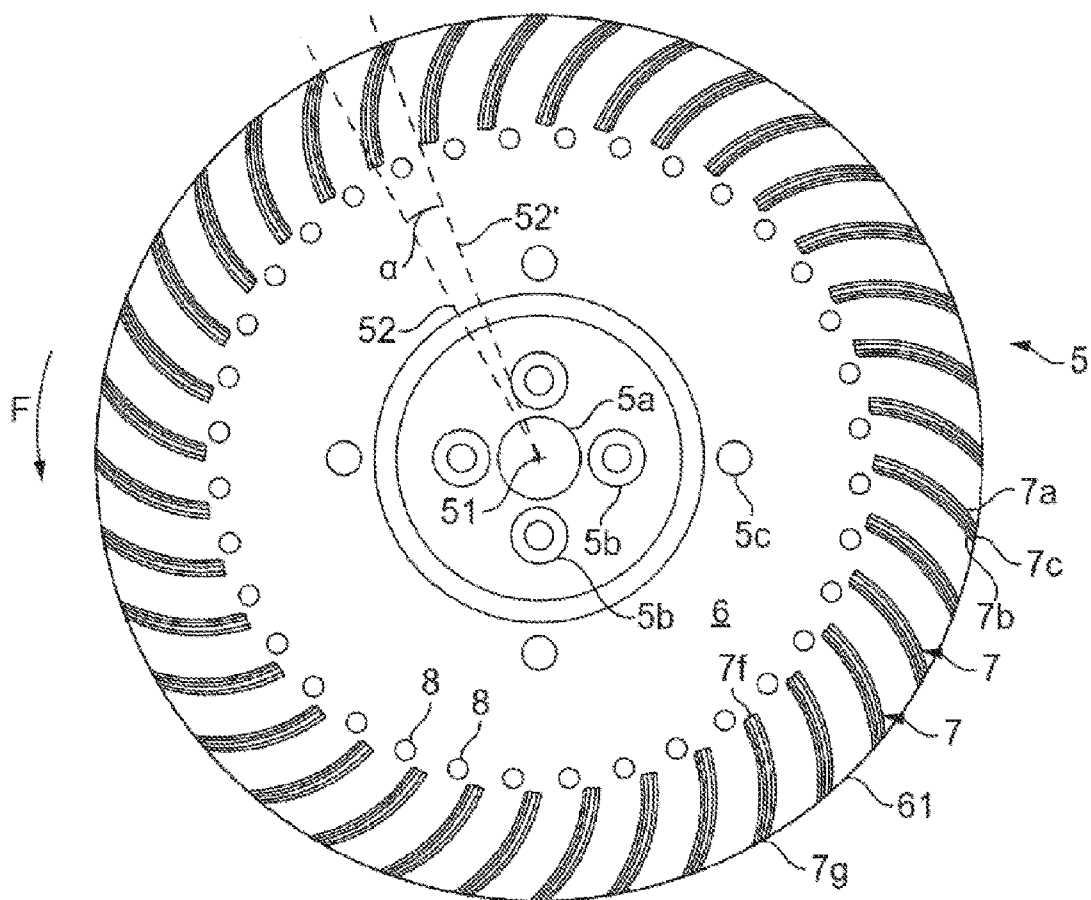


FIGURE 12

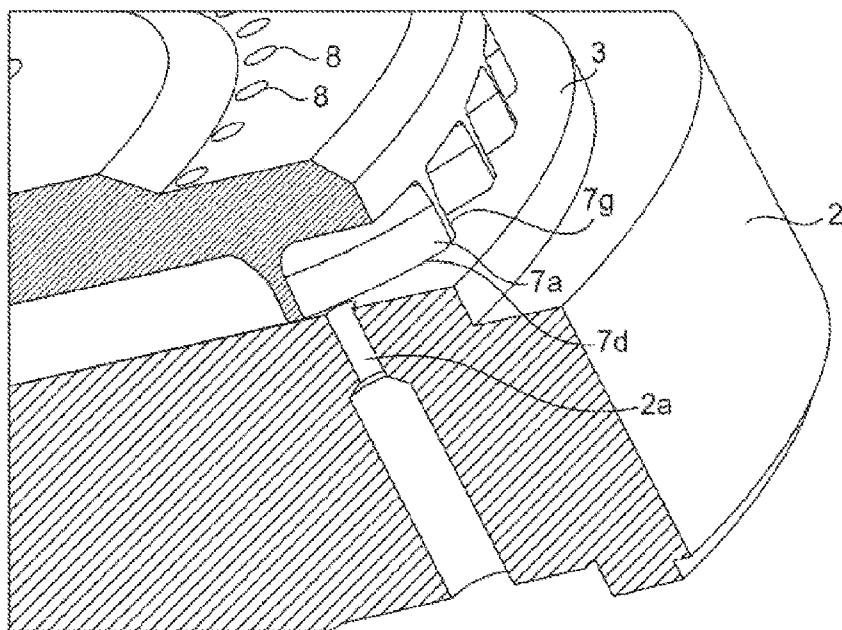


FIGURE 13

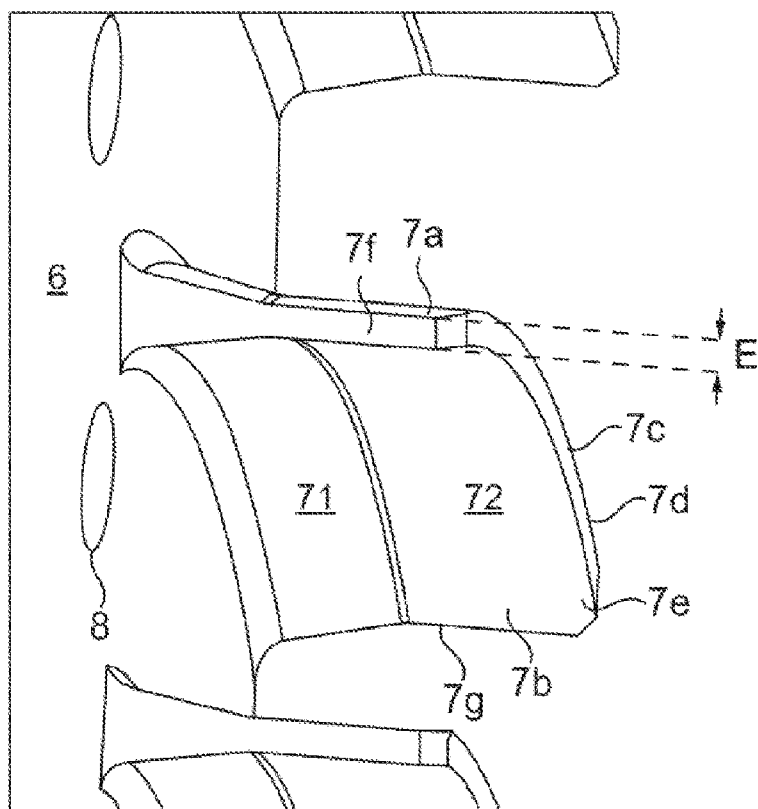


FIGURA 14

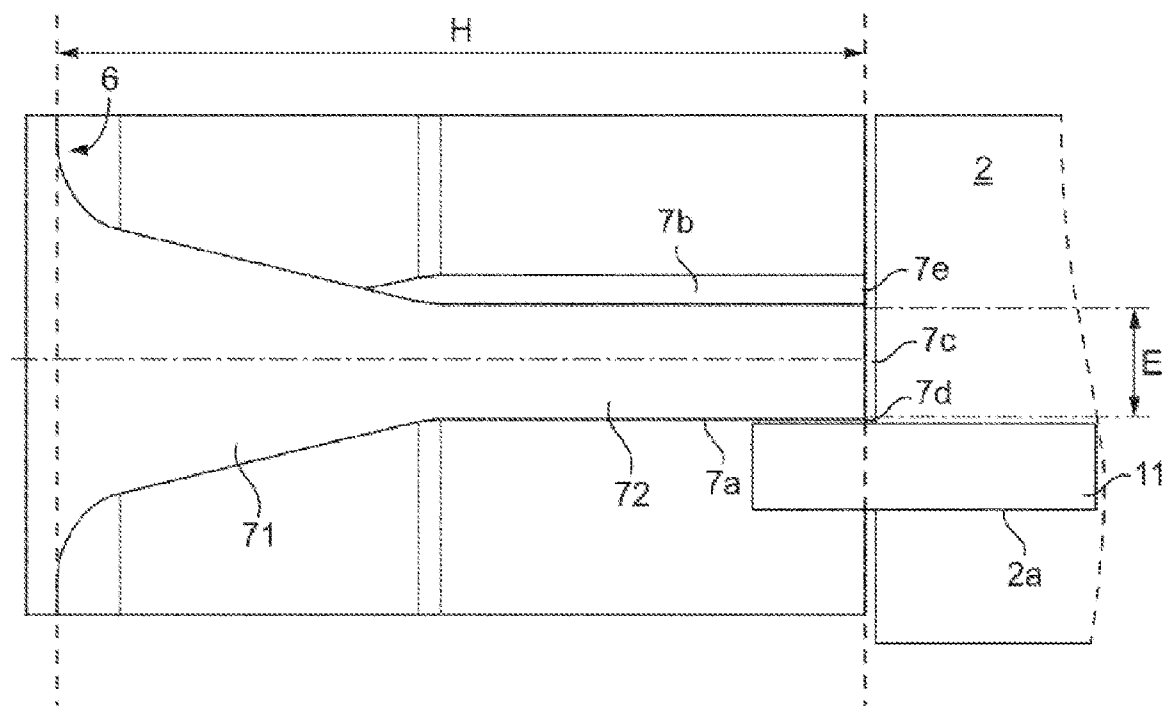


FIGURA 15

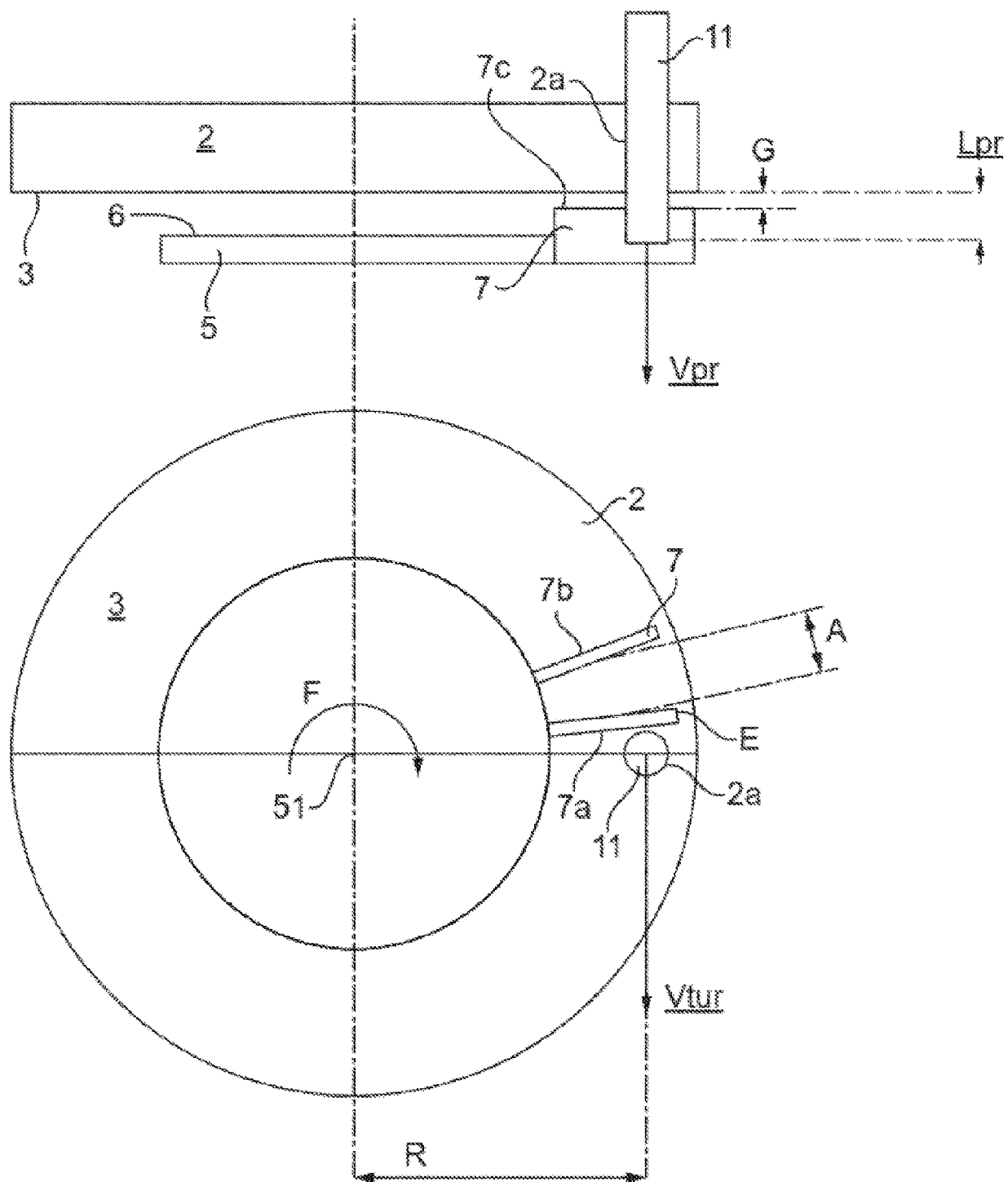


FIGURA 16