

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 475**

51 Int. Cl.:

B29C 47/00 (2006.01)
B29C 47/10 (2006.01)
B29C 47/60 (2006.01)
C08J 3/24 (2006.01)
C08B 31/00 (2006.01)
C08B 31/06 (2006.01)
B29C 47/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.08.2007 PCT/EP2007/007627**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2009 WO09026948**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2007 E 07802044 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2183283**

54 Título: **Procedimiento de preparación de almidón gelatinizado reticulado por fosfato, hinchable en agua fría**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.10.2018

73 Titular/es:
**TEREOS STARCH & SWEETENERS BELGIUM
(100.0%)
Burchtstraat 10
9300 Aalst, BE**

72 Inventor/es:
BOGAERT, PIET

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 685 475 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

Procedimiento de preparación de almidón gelatinizado reticulado por fosfato, hinchable en agua fría

La presente invención versa sobre un procedimiento continuo de preparación de derivados de almidón (pre)gelatinizado reticulado por fosfato hinchables en agua fría.

5 Actualmente, los almidones reticulados por fosfato se vienen preparando haciendo reaccionar almidón con un polifosfato o con un reactivo de oxiclورو de fósforo, por ejemplo POCl_3 .

En los documentos US 2.852.393 y US 2.801.242, se dan a conocer procedimientos que usan trimetafosfato de sodio (STMP) como agente reticulante. Por ello, se dan a conocer almidones reticulados granulares que se pueden hinchar, pero no se desintegran.

10 En los documentos US 2.328.537 y US 2.754.232, se da a conocer el uso de POCl_3 como agente reticulante como alternativa del STMP. El propósito de este proceso reticulante es proporcionar un derivado del almidón que sea más resistente a la gelatinización, a la vez que pastas del mismo tienen mayor estabilidad en relación con la descomposición por calentamiento, en comparación con los almidones no tratados.

15 En una etapa posterior, tales almidones reticulados por fosfato han sido procesados adicionalmente para obtener derivados pregelatinizados hinchables en agua fría. Tales derivados instantáneos son descritos en los documentos US 5.187.272 y US 4.219.646. Estos almidones son usados en aplicaciones de comida preparada, tales como salsas o productos para microondas, o como espesantes para formulaciones para budines instantáneos. Estos almidones reticulados pregelatinizados son obtenidos mediante cocción por aspersión o secado en tambor, pero también se han usado procesos de extrusión, tales como los descritos en los documentos WO 97/00620 o EP 0 358 444. En estos documentos de patente, el papel del proceso de extrusión es gelatinizar el almidón y, al mismo tiempo, provocar alguna degradación molecular variable.

Así, los procedimientos industriales de la técnica anterior, descritos en lo que antecede, tienen varios inconvenientes:

- cuando se usa un medio de reacción acuoso, se genera una gran cantidad de agua contaminada y esta agua tiene que ser tratada por una unidad de tratamiento de aguas residuales, por lo cual se pierde parte del almidón;
- estos procedimientos son procesos de dos etapas que consumen mucha energía y demandan un alto costo de inversión para el equipo del proceso;
- también es sabido que la reacción de reticulación es menos eficaz cuando se lleva a cabo en condiciones húmedas en las que hay presente un contenido de agua superior al 50% de agua; esto en comparación con reacciones realizadas en condiciones (semi) secas, en las que hay presente un contenido de agua del 20 - 50%, porque el agua degrada el agente de reticulación y reacciona con él;
- está demostrado que la modificación química del almidón es menos homogénea cuando la reacción se realiza en almidón granular. Una reacción menos homogénea significa que algunas cadenas de amilasa y/o amilopectina no están reticuladas, lo que significa que estas cadenas, cuando se forman durante la cocción, son menos resistentes frente a condiciones más severas de pH, temperatura y cizalladura.

Los documentos EP 0 396 226 y WO 2004/108813 han dado a conocer una extrusión reactiva (en la que la reacción se lleva a cabo en el extrusor) usando un reactivo que contiene fosfato. En el documento EP 0 396 226, se prepara un almidón reticulado de tipo vítreo para ser usado como agente decapante de pintura. Esos almidones modificados de ese documento no tienen propiedades de hinchado en frío. En el documento WO 2004/108813, se modifica harina de centeno con SMTP, proporcionando con ello una harina modificada que presenta propiedades mejoradas de suspensión. Esta harina modificada es usada en aplicaciones de apresto de papel.

45 La extrusión reactiva también ha sido descrita en bibliografía científica y técnica. En el "Journal of Food Process Engineering" (2003) y en "Carbohydrate Polymers" (2005, M. Seker y M.A. Hanna) se expone la reacción de reticulación del almidón en un extrusor de tornillo simple. En ambos casos, la reticulación se lleva a cabo usando STMP como reactivo. Se precisan concentraciones bastante elevadas de STMP para proporcionar productos que presenten propiedades de espesamiento instantáneo. Cuando se consideran aplicaciones alimentarias, es preciso eliminar el exceso de sales fosfato, requiriendo por ello una etapa adicional de purificación.

50 Por lo tanto, un propósito de la presente invención es proporcionar un procedimiento continuo mejorado y más simple para preparar derivados de almidón gelatinizado reticulado por fosfato hinchables en agua fría que puedan ser usados como espesantes en aplicaciones alimentarias o no alimentarias superando las deficiencias anteriormente mencionadas, que incluye un número limitado de etapas, un menor consumo de energía, una cantidad reducida de producción de aguas residuales y un consumo reducido de productos químicos.

55 El propósito de la invención se resuelve proporcionando un procedimiento continuo de extrusión para la preparación de derivados de almidón gelatinizado reticulado por fosfato hinchables en agua fría, consistiendo el procedimiento en

las etapas subsiguientes de

- gelatinizar un almidón alcalino en una primera zona del extrusor;
- 5 – añadir POCl_3 como reactivo reticulante en una segunda zona del extrusor;
- reticular el almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona del extrusor, y
- neutralizar el almidón gelatinizado reticulado obtenido que haya presente en una cuarta zona del extrusor;
- 10 – recuperar el almidón gelatinizado reticulado obtenido en una quinta zona del extrusor.

Con este procedimiento, en primer lugar, el número de etapas se reduce a una, y se obtiene un menor consumo de energía, una cantidad reducida de producción de aguas residuales y un consumo reducido de productos químicos.

Ventajas adicionales de este procedimiento son que se obtienen almidones reticulados que

- pueden ser usados en aplicaciones tanto alimentarias como no alimentarias;
- 15 – son gelatinizados, reticulados y neutralizados al mismo tiempo;
- tienen propiedades diferentes de los almidones que son reticuladas en primer lugar y después gelatinizados mediante secado en tambor, cocción por aspersión o extrusión.
- 20 En un procedimiento continuo preferente de extrusión según la invención, el procedimiento consiste en las etapas subsiguientes de
- suministrar continuamente el almidón alcalino a una primera zona parcial de dicha primera zona del extrusor, estando la temperatura de la primera zona entre $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$;
- 25 – suministrar continuamente una cantidad extra de agua al almidón alcalino en una segunda zona parcial de dicha primera zona del extrusor con una proporción de peso seco de almidón con respecto al agua entre 70:30 y 50:50, a una temperatura entre 55 y 65°C ;
- 30 – trabajar la mezcla de almidón alcalino/agua en una tercera zona parcial de dicha primera zona del extrusor a una temperatura de aproximadamente 100°C , mediante lo cual se obtiene el almidón gelatinizado;
- suministrar continuamente POCl_3 al almidón gelatinizado en la segunda zona del extrusor, en la que la temperatura es aproximadamente $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- 35 – reticular el almidón gelatinizado en la segunda y la tercera zona del extrusor, mediante lo cual se obtiene el almidón gelatinizado reticulado;
- neutralizar el almidón gelatinizado reticulado en la cuarta zona del extrusor;
- 40 – recuperar el almidón gelatinizado reticulado en la quinta zona del extrusor.

En un procedimiento continuo favorable de extrusión según la invención, después de que el almidón gelatinizado reticulado es enfriado sustancialmente hasta la temperatura ambiente, es reducido aún más en tamaño.

La necesaria aportación mecánica específica del procedimiento continuo de extrusión se sitúa entre 350 y 1000 kJ/kg.

- 45 Más preferiblemente, la necesaria aportación mecánica específica del procedimiento continuo de extrusión se sitúa entre 450 y 750 kJ/kg.

En una realización preferida de un procedimiento continuo de extrusión según la invención, la proporción de peso seco de almidón con respecto al agua en la segunda zona parcial de la primera zona del extrusor está entre 70:30 y 50:50. Con la expresión "peso seco de almidón" se quiere decir almidón seco al 100%.

- 50 La reticulación del almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona del extrusor se lleva a cabo a temperaturas medidas y monitorizadas entre 70°C y 90°C .

En un procedimiento continuo ventajoso de extrusión según la invención, la reticulación del almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona del extrusor se lleva a cabo a temperaturas medidas y monitorizadas entre 75°C y 85°C .

- 55 En una realización preferida de un procedimiento continuo de extrusión según la invención, la reducción adicional del almidón gelatinizado reticulado recuperado y enfriado se efectúa por trituración.

Preferiblemente, el suministro continuo del almidón alcalino se realiza por medio de un sistema de dosificación.

En un procedimiento continuo favorable de extrusión según la invención, el procedimiento de extrusión se lleva a cabo usando una configuración de extrusor de tornillo simple, de tornillo doble de rotación en el mismo sentido o de tornillo doble de rotación en sentidos contrarios.

5 En una realización preferida de la invención, se proporciona una configuración de tornillo de extrusor que permite llevar a cabo el procedimiento continuo de preparación de derivados de almidón gelatinizado reticulado por fosfato hinchables en agua fría según la invención, en el que

– la primera zona (10) consiste en

10 • unas zonas parciales primera y segunda (10a, 10b) compuestas de elementos de transporte por aspadora en Z;

• una tercera zona parcial compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z seguida por una parte de bloques de mezclado;

15 – la segunda zona está compuesta de elementos de transporte en combinación con un bloque adicional de mezclado;

– la tercera zona está compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z;

20 – la cuarta zona está compuesta de elementos de transporte y de un bloque de mezclado; y

– la quinta zona consiste en una punta de tornillo, estando el bloque de mezclado de la cuarta zona exactamente delante de dicha punta de tornillo.

Se proporciona la configuración del tornillo de extrusor según la invención, preferiblemente, para llevar a cabo un procedimiento continuo de extrusión según la invención, según se ha descrito en lo que antecede.

25 La presente invención será ilustrada ahora por los gráficos y ejemplos siguientes, que deberían ser considerados no limitantes del alcance de la invención como tal, y expresado en las reivindicaciones siguientes, en las que se usan números de referencia para referirse a los dibujos adjuntos, en los que

30 – en la Figura 1 se muestra el desarrollo de la viscosidad de dos almidones conocidos y de un almidón según la invención a 30°C en un periodo de 60 minutos en un equipo RVA a 160 rpm;

35 – en la Figura 2 se muestra el desarrollo de la viscosidad de dos almidones conocidos y de un almidón según la invención en un equipo RVA a 160 rpm, cuando son sometidos a un perfil de temperatura de: 10 minutos a 30°C, calentamiento de 30°C a 95°C en menos de 10 minutos, mantenimiento a 95°C durante 6 minutos, enfriamiento de 95°C a 30°C en menos de 10 minutos y mantenimiento a 30°C durante 10 minutos;

– en la Figura 3 se muestra una primera realización de una configuración de tornillo que es proporcionada para llevar a cabo un procedimiento continuo de extrusión según la invención;

40 – en la Figura 4 se muestra una segunda realización de una configuración de tornillo que es proporcionada para llevar a cabo un procedimiento continuo de extrusión según la invención.

En las Figuras 1 y 2 se ilustran las propiedades reológicas de los almidones de la invención gelatinizados reticulados por fosfato.

45 En la Figura 1, se compara un producto (1) de la invención con un almidón (2) que ha sido reticulado en una suspensión espesa seguido por la gelatinización en un secador de tambor (Merigel 310), y con un almidón (3) que ha sido reticulado en una suspensión espesa seguido por la gelatinización en un extrusor (Resistamyl 310).

En la Figura 2, los mismos tres derivados de almidón (1, 2 y 3) fueron evaluados cuando fueron sometidos a una etapa de cocción.

En la Figura 1, así como en la Figura 2, en la curva (4) se ha expresado la temperatura en °C y en la curva (5), la velocidad en rpm.

50 Además, debería recalarse que, en comparación con métodos de la técnica anterior que usan STMP en los procesos de extrusión reactiva, el procedimiento de la invención usa hasta 10 veces menos reactivo para obtener el mismo grado de reticulación. En consecuencia de ello, el fosfato residual es casi inexistente, permitiendo por ello el uso de los almidones de la invención en aplicaciones alimentarias, esto sin etapas de purificación adicionales y costosas.

Ejemplos

Configuración experimental

La reacción se lleva a cabo usando la siguiente configuración de extrusor:

- 5 ○ Extrusor con tornillo doble de rotación en el mismo sentido (Berstorff ZE40*38D).
- El diámetro del tornillo es 40 mm.
- La longitud del extrusor es 38 veces el diámetro ($L/D = 38$).
- 10 ○ El caudal de procesamiento de almidón alcalino es aproximadamente 10 kg/h.
- Para añadir las cantidades pequeñísimas del reactivo reticulante de $POCl_3$ y del agente neutralizante (para neutralizar el almidón gelatinizado reticulado en la cuarta zona del extrusor), se usan bombas especiales de HPLC.
- 15 ○ Se usa una boquilla con dos agujeros de 4 mm.
- Se usa un diseño de configuración de tornillo como se muestra en las Figuras 3 y 4, consistiendo cada configuración de tornillo en
 - 20 – una primera zona (10) que consiste en
 - unas zonas parciales primera y segunda (10a, 10b) compuestas de elementos de transporte por aspadora en Z;
 - 25 • una tercera zona parcial (10c) compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z seguida por una parte de bloques de mezclado;
 - una segunda zona (11) compuesta de elementos de transporte en combinación con un bloque adicional de mezclado;
 - una tercera zona (12) compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z;
 - 30 – una cuarta zona (13) compuesta de elementos de transporte y de un bloque de mezclado; y
 - una quinta zona (14) que consiste en una punta de tornillo, estando el bloque de mezclado de la cuarta zona exactamente delante de dicha punta de tornillo.
- 35 ○ La velocidad del tornillo es 200 rpm.
- El contenido mínimo de agua del almidón durante la extrusión es el 35% (más preferiblemente, aproximadamente el 40%).
- 40 ○ El valor de referencia de la temperatura de la zona de reacción es de 80-90°C.
- El tiempo de reacción es de 30 segundos - 1 minuto.
- Con esta configuración, la energía mecánica específica para producir el producto está entre 0,10 y 0,3 kWh/kg

45 **Almidón alcalino**

Se prepara almidón alcalino de maíz céreo rociando con una disolución de NaOH al 25% p/p almidón de maíz céreo comercial (11-13% de humedad) en una mezcladora continua Lödige (CP20 PI). La cantidad de NaOH rociada sobre el almidón está entre 0,2 - 2,2% en almidón seco. El almidón alcalino se usa tal cual.

Extrusión

- 50 1. Cargar el almidón alcalino en el extrusor con la ayuda de un sistema dosificador de doble tornillo (K-Tron) a una velocidad de 172 g/min de producto comercial (por ejemplo, 150 g/min de sustancia seca). El almidón alcalino entra en el extrusor en la primera zona parcial (10a) de la primera zona (10). La temperatura en la zona 1 es 20°C +/- 3%.
- 55 2. Se añade una cantidad extra de agua (75 g/min) al almidón alcalino en la segunda zona parcial (10b) de la primera zona (10). Esta cantidad extra de agua permite que el almidón se hinche completamente o casi completamente (al menos un 90% de los gránulos se gelatiniza). La cantidad total de agua que entra en el

extrusor es de 97 g/min (suma del agua pura + el agua fijada en el almidón), dando como resultado una concentración de sustancia seca de almidón alcalino del 60,7%. La temperatura en esta segunda zona parcial (10b) es de 61°C +/- 3%.

- 5 3. La mezcla de almidón alcalino/agua es bien trabajada en la tercera zona parcial (10c) de la primera zona (10) (99°C +/- 3%). El almidón se hincha en esta zona.
- 10 4. Mezclar 0,23 g/min de POCl₃ (0,16% p/p de POCl₃ con respecto al almidón seco) con el almidón alcalino gelatinizado. La introducción de POCl₃ en el extrusor se realiza con la ayuda de una bomba de HPLC que sea capaz de superar la presión presente del extrusor. La adición de POCl₃ se realiza en la segunda zona (11) del extrusor. La temperatura en esta zona está fijada a 100°C +/- 3%. La reacción reticulante tiene lugar en la segunda y la tercera zona (11, 12) del extrusor.
- 15 5. La reacción reticulante se detiene neutralizando la mezcla de reacción. Esto se efectúa en la cuarta zona (13) del extrusor, en la que se introducen 9,0 g/min de HCl (9,25% p/p) en la mezcla de reacción. Esto se realiza con una boba que sea capaz de superar la presión interna del extrusor. Se escoge el diseño del tornillo en la cuarta zona (13) para que se cree una caída de presión del extrusor en la posición en la que se añade la disolución de HCl. El pH final del almidón pregelatinizado reticulado es medido después de la reacción en la quinta zona (14) del extrusor.

20 **Ejemplos 1 - 4**

La reacción se lleva a cabo según los procedimientos dados a conocer en lo que antecede usando una configuración de tornillo según se muestra en la Figura 3 y las condiciones de la Tabla 1, a continuación.

Como sustrato, se usa almidón de maíz céreo y la concentración de álcali seleccionada es de 1,2% de NaOH sobre almidón seco.

25 **Tabla 1: Parámetros del extrusor durante la extrusión con maíz céreo con 1,2% de NaOH**

Muestra	Ref.	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
Nº de diseño del tornillo	11	11	11	11	11
T1 (°C) *1	20	21	21	21	21
T2 (°C) *1	59	58	63	61	61
T3 (°C) *1	102	101	104	100	100
T4 (°C) *1	88	89	86	89	89
T5 (°C) *1	83	82	78	80	80
T6 (°C) *1	81	80	80	81	79
T7 (°C) *1	80	81	81	80	80
T8 (°C) *1	80	80	79	80	73
T9 (°C) *1	65	69	66	68	67
T _{fus} (°C) *2	70	74	73	75	75
SME (kWh/kg) *3	0,14	0,17	0,18	0,16	0,16
Velocidad (rpm)	200	201	201	201	201
Caudal de procesamiento de almidón (g/min)	172	172	173	171	171
Caudal de procesamiento de H ₂ O (g/min)	75	75	75	75	75
%H ₂ O calc. *4	39,3	39,3	39,2	39,4	39,4
Caudal de procesamiento de POCl ₃ (g/min)	0	0,17	0,17	0,08	0,08
%POCl ₃ calc. *5	0	0,11	0,11	0,06	0,06
Caudal de procesamiento de HCl (10% p/p) (g/min)	18	18	18	18	18
Gelatinizado, rayos X sí/no *6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

*1: El extrusor existe fuera de las zonas de reacción (véanse las Figuras 3 y 4). Cada elemento tiene su propia temperatura

*2: T_{fus} es la temperatura de fusión de la muestra de extrusión al final del extrusor

*3: Energía mecánica específica (SME)

*4: El %H₂O calculado es en función del material seco

*5: El %POCl₃ se calcula en función del material seco

*6: Gelatinizado, rayos X: la gelatinización se comprueba mediante medición con rayos X

El efecto del agente de reticulación sobre el almidón gelatinizado se determinó por medición de la viscosidad de una dispersión de almidón al 6,3% p/p usando un viscógrafo de Brabender. Todas las muestras fueron neutralizadas proporcionando dispersiones que tenían un pH de aproximadamente 5,5.

30 En la Tabla 2 se proporcionan datos de viscosidad.

Tabla 2: Viscosidad de muestras extrudidas con diseño de tornillo T&L-11

Muestra	NaOH% en maíz céreo	%POCl ₃	Viscosidad tras 30' a 25°C (Bu)
Ref.	1,2	0	15
Ej. 1	1,2	0,11	1800
Ej. 2	1,2	0,11	1750
Ej. 3	1,2	0,06	725
Ej. 4	1,2	0,06	950

Esta tabla ilustra el efecto de la cantidad de POCl₃ usada, con la misma concentración de álcali, sobre la viscosidad.

Ejemplo 5

5 La reacción se lleva a cabo según los procedimientos dados a conocer en lo que antecede usando una configuración de tornillo según se muestra en la Figura 4 y las condiciones de la Tabla 3, a continuación.

Como sustrato, se usa almidón de maíz céreo y la concentración de álcali seleccionada es de 0,6% de NaOH sobre almidón seco.

Tabla 3: Parámetros del extrusor en la extrusión con maíz céreo con 0,6% de NaOH

Muestra	Referencia	Ej. 5
Nº de diseño del tornillo	12	12
T1 (°C)	21	20
T2 (°C)	59	61
T3 (°C)	100	99
T4 (°C)	99	100
T5 (°C)	80	80
T6 (°C)	81	80
T7 (°C)	94	95
T8 (°C)	99	100
T9 (°C)	79	83
T _{fus} (°C)	78	84
SME (kWh/kg)	0,16	0,16
Velocidad (rpm)	200	200
Caudal de procesamiento de almidón (g/min)	172	172
Caudal de procesamiento de H ₂ O (g/min)	75	75
%H ₂ O calc.	39,0	39,1
Caudal de procesamiento de POCl ₃ (g/min)	0	0,23
%POCl ₃ calc.	0	0,16
Caudal de procesamiento de HCl (10% p/p) (g/min)	9,1	9,0
pH directamente después de la extrusión	5 - 5,4	5,1 - 5,4
Gelatinizado, rayos X sí/no	Sí	Sí

10 El efecto del agente de reticulación sobre el almidón gelatinizado se determinó por medición de la viscosidad de una dispersión de almidón al 6,3% p/p usando un viscógrafo de Brabender. Todas las muestras fueron neutralizadas proporcionando dispersiones que tenían un pH de aproximadamente 5,5.

En la Tabla 4 se proporcionan datos de viscosidad.

15 Tabla 4: Viscosidad de muestras extrudidas con diseño de tornillo T&L-12

Muestra	NaOH% en maíz céreo	%POCl ₃	Viscosidad tras 30' a 25°C (Bu)
Ref.	0,6	0	19
Ej. 5	0,6	0,16	1690

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento continuo de extrusión para la preparación de derivados de almidón reticulado por fosfato hinchables en agua fría, **caracterizado porque** el procedimiento consiste en las etapas subsiguientes de
- 5 – gelatinizar un almidón alcalino en una primera zona (10) del extrusor;
 - añadir POCl_3 como reactivo reticulante en una segunda zona (11) del extrusor;
 - 10 – reticular el almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona (11, 12) del extrusor, y
 - neutralizar el almidón gelatinizado reticulado obtenido que haya presente en una cuarta zona (13) del extrusor;
 - recuperar el almidón gelatinizado reticulado obtenido en una quinta zona (14) del extrusor.
- 15 2. Procedimiento continuo de extrusión según la reivindicación 1 en el que el procedimiento consiste en las etapas subsiguientes de
- suministrar continuamente el almidón alcalino a una primera zona parcial (10a) de dicha primera zona (10) del extrusor, estando la temperatura en esta primera zona parcial (11) entre $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$;
 - 20 – suministrar continuamente una cantidad extra de agua al almidón alcalino en una segunda zona parcial (10b) de dicha primera zona (10) del extrusor con una proporción de peso seco de almidón con respecto al agua entre 70:30 y 50:50, a una temperatura entre 55 y 65°C ;
 - 25 – trabajar la mezcla de almidón alcalino/agua en una tercera zona parcial (10c) de dicha primera zona (10) del extrusor a una temperatura de aproximadamente 100°C , mediante lo cual se obtiene el almidón gelatinizado;
 - suministrar continuamente POCl_3 al almidón gelatinizado en la segunda zona (11) del extrusor, en la que la temperatura es aproximadamente $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
 - 30 – reticular el almidón gelatinizado en la segunda y la tercera zona (11, 12) del extrusor, mediante lo cual se obtiene el almidón gelatinizado reticulado;
 - neutralizar el almidón gelatinizado reticulado en la cuarta zona (13) del extrusor;
 - 35 – recuperar el almidón gelatinizado reticulado en la quinta zona (14) del extrusor.
3. Procedimiento continuo de extrusión según la reivindicación 1 o 2 **en el que**, después de que el almidón gelatinizado reticulado es enfriado sustancialmente hasta la temperatura ambiente, es reducido aún más en tamaño.
- 40 4. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que la necesaria aportación mecánica específica del procedimiento continuo de extrusión se sitúa entre 350 y 1000 kJ/kg.
5. Procedimiento continuo de extrusión según la reivindicación 4 **en el que** la necesaria aportación mecánica específica del procedimiento continuo de extrusión se sitúa entre 450 y 750 kJ/kg.
- 45 6. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que la relación de peso seco de almidón con respecto al agua en la segunda zona parcial (10b) de dicha primera zona del extrusor está en una proporción entre 70:30 y 50:50.
7. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que la reticulación del almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona (11, 12) del extrusor se lleva a cabo a temperaturas medidas y monitorizadas entre 70°C y 90°C .
- 50 8. Procedimiento continuo de extrusión según la reivindicación 7 en el que la reticulación del almidón gelatinizado obtenido por medio del POCl_3 en la segunda y la tercera zona (11, 12) del extrusor se lleva a cabo a temperaturas medidas y monitorizadas entre 75°C y 85°C .
9. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que la reducción adicional del almidón gelatinizado reticulado recuperado y enfriado se efectúa por trituración.
- 55 10. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en el que el suministro continuo del almidón alcalino se realiza por medio de un sistema de dosificación.

11. Procedimiento continuo de extrusión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 **en el que** el procedimiento de extrusión se lleva a cabo usando una configuración de extrusor de tornillo simple, de tornillo doble de rotación en el mismo sentido o de tornillo doble de rotación en sentidos contrarios.

5 **12.** Procedimiento continuo de extrusión según la reivindicación 11 en el que dicho tornillo está dotado de zonas, en el que:

– la primera zona (10) consiste en

• unas zonas parciales primera y segunda (10a, 10b) compuestas de elementos de transporte por aspadora en Z;

10 • una tercera zona parcial (10c) compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z seguida por una parte de bloques de mezclado;

– la segunda zona (11) está compuesta de elementos de transporte en combinación con un bloque adicional de mezclado;

15 – la tercera zona (12) está compuesta de elementos de transporte por aspadora en Z;

– la cuarta zona (13) está compuesta de elementos de transporte y de un bloque de mezclado; y

20 – la quinta zona (14) consiste en una punta de tornillo, estando el bloque de mezclado de la cuarta zona exactamente delante de dicha punta de tornillo.

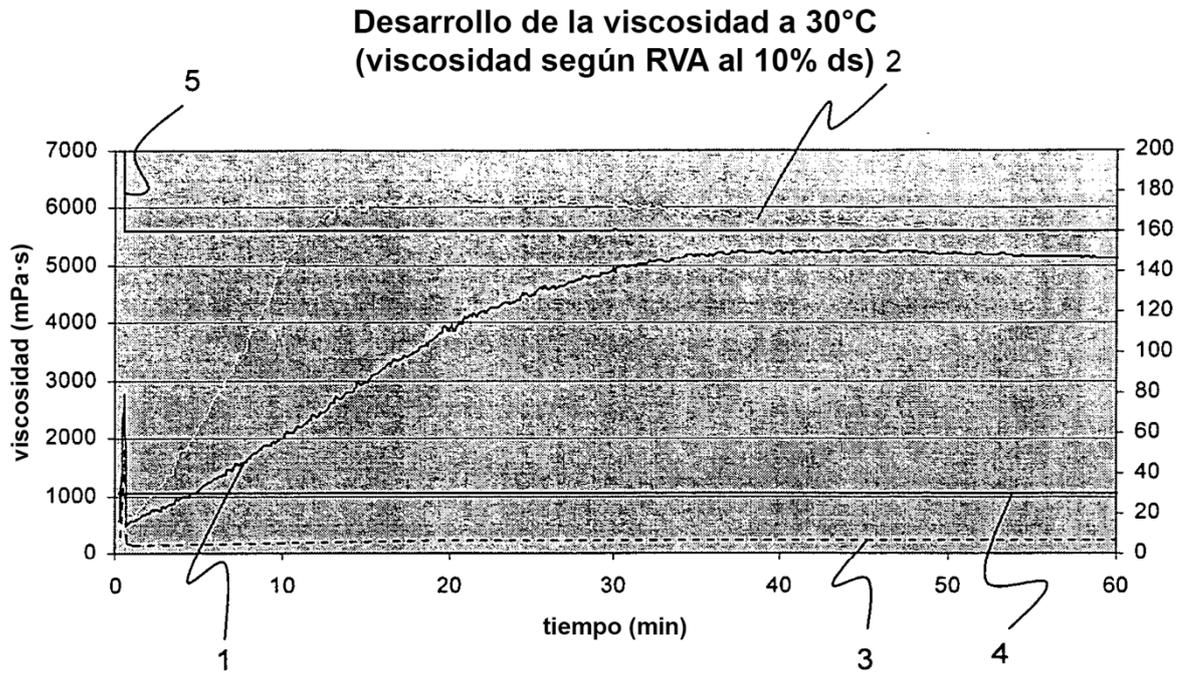


FIG. 1

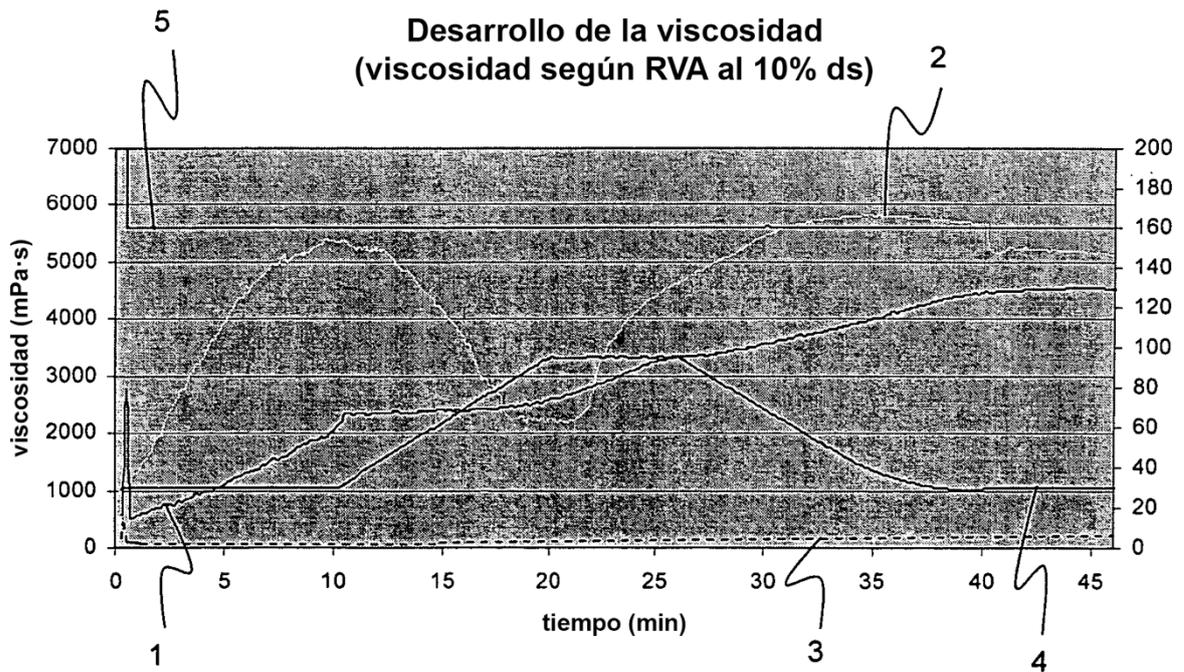


FIG. 2

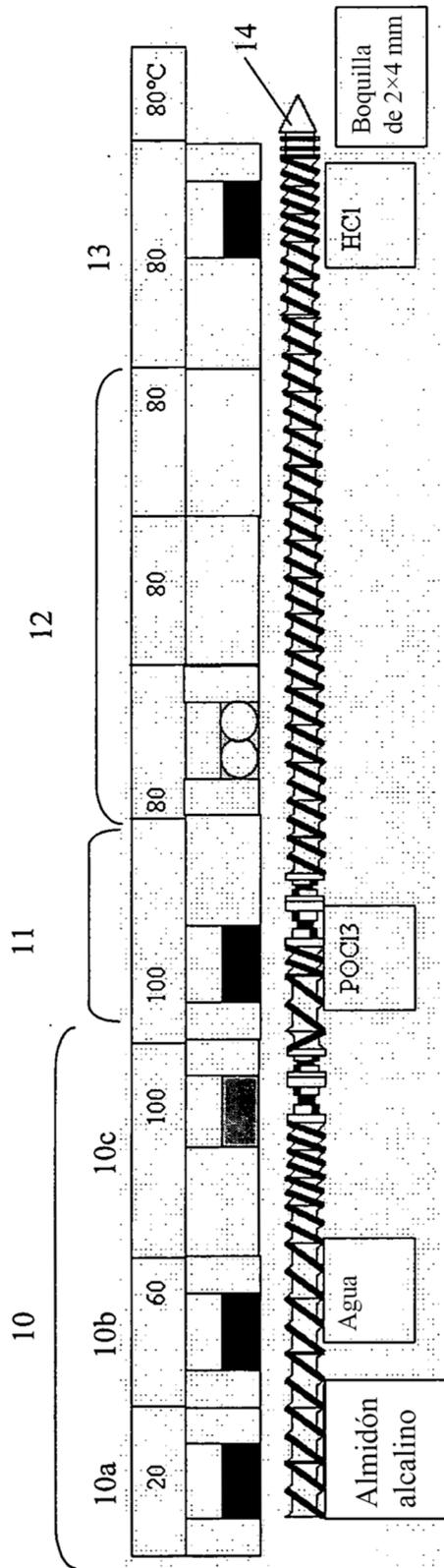


FIG. 3

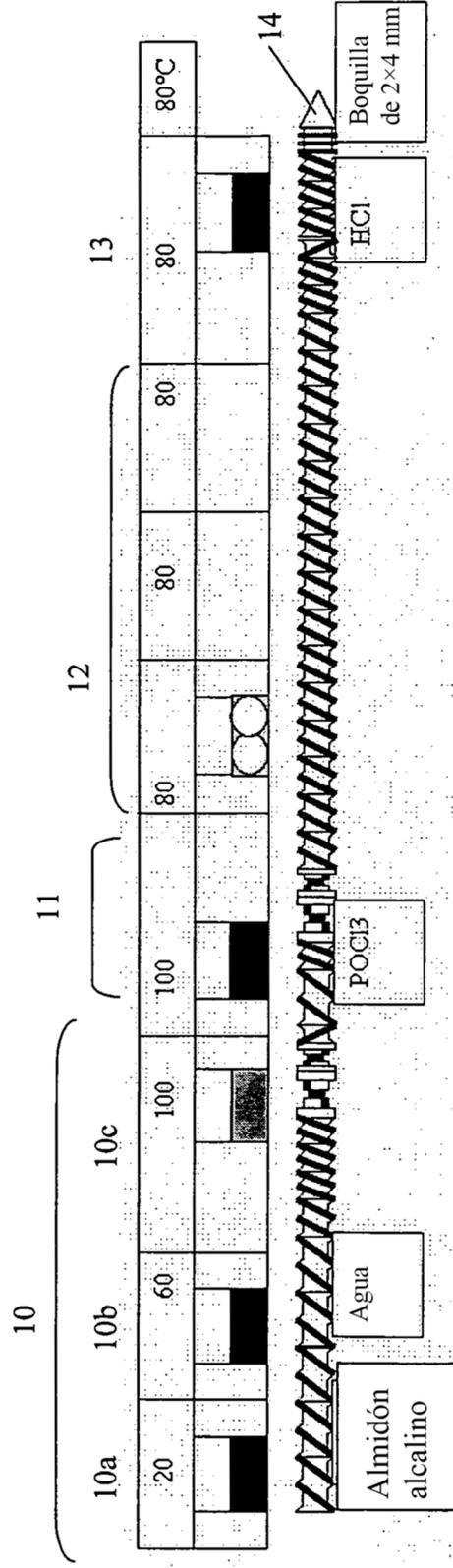


FIG. 4