

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 398**

51 Int. Cl.:

D21H 23/24	(2006.01) D21H 17/66	(2006.01)
D21H 21/10	(2006.01) D21H 21/06	(2006.01)
D21H 17/25	(2006.01)	
D21H 17/33	(2006.01)	
D21F 1/80	(2006.01)	
D21H 17/00	(2006.01)	
D21H 17/34	(2006.01)	
D21H 17/44	(2006.01)	
D21H 17/45	(2006.01)	
D21H 17/56	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2011** **PCT/US2011/032475**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2011** **WO11130503**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2011** **E 11769582 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016** **EP 2558640**

54 Título: **Procesos de fabricación de papel y sistema que utiliza una combinación de enzima y coagulante catiónico**

30 Prioridad:

15.04.2010 US 324499 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2017

73 Titular/es:

**BUCKMAN LABORATORIES INTERNATIONAL,
INC (100.0%)
1256 North Mclean Boulevard
Memphis, TN 38108-0305, US**

72 Inventor/es:

**BAN, WEIPING;
HEADRICK, GARY y
COVARRUBIAS, ROSA, M.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 603 398 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

Procesos de fabricación de papel y sistema que utiliza una combinación de enzima y coagulante catiónico

5 Antecedentes de la invención

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º 61/324.499, presentada el 15 de abril de 2010.

10 La presente invención se refiere a procesos de fabricación de papel y a un sistema para los procesos. Más en particular, la presente invención se refiere a un proceso de fabricación de papel y a un sistema que usa la combinación de enzima y el coagulante catiónico para mejorar el drenaje y/o retención de la pulpa de celulosa.

15 Los procesos de fabricación de papel convencionales generalmente incluyen las siguientes etapas: (1) la formación de una suspensión acuosa de fibras celulósicas, conocida comúnmente como pulpa; (2) la adición de diversos materiales de procesamiento y de potenciación del papel, tales como el materiales de fortalecimiento, retención, ayuda al drenaje y/o de encolado, u otros aditivos funcionales; (3) laminación y secado de las fibras para formar una malla celulósica deseada; y (4) post-tratamiento de la malla para proporcionar diversas características deseadas al papel resultante, tales como la aplicación superficial de los materiales de encolado, y similares. Se pueden utilizar algunas enzimas de celulasa para el tratamiento de las fibras celulósicas y mejorar el drenaje de la suspensión de fibras. Sin embargo, el uso de la enzima ha requerido un proceso de pretratamiento adicional de calentamiento de la pulpa celulósica, tal como el precalentamiento de la pulpa a aproximadamente el 50 °C durante aproximadamente 30 a 120 minutos antes de la adición de la enzima. Para el uso de la enzima es necesario controlar el consumo de energía y equipos de instalación adicionales para este tipo de operaciones de precalentamiento. Además, las 25 enzimas pueden ser caras, y la aplicación de la enzima para la fabricación de papel se traduciría en un aumento significativo en el coste de producción.

Los presentes investigadores han visto la necesidad de aditivos útiles en el procesamiento de fabricación de papel que puedan producir papel con un mejor drenaje y retención de la pulpa celulósica con un coste reducido.

30 Sumario de la invención

Una característica de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de papel con drenaje y/o retención mejorados de la pulpa de celulosa.

35 Otra característica de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de papel utilizando enzimas que no requiera tratamientos de precalentamiento de la pulpa para obtener un mejor drenaje y retención de la pulpa de celulosa.

40 Una característica adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de fabricación de papel operable para el uso de enzimas sin necesidad de equipo de precalentamiento de la pulpa para obtener un mejor drenaje y/o retención de la pulpa de celulosa.

45 Características y ventajas de la presente invención adicionales se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o se pueden aprender por la puesta en práctica de la presente invención. Los objetivos y otras ventajas de la presente invención se pueden realizar y obtener por medio de los elementos y combinaciones indicadas particularmente en la descripción escrita y las reivindicaciones adjuntas.

50 Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con los fines de la presente invención, como se realiza y se describe ampliamente en el presente documento, la presente invención se refiere a un método de fabricación de papel o cartón. El método incluye la aplicación de una composición que contiene al menos una enzima y al menos un coagulante catiónico a una pulpa para de fabricación de papel para formar una pulpa tratada, en el que dicha composición se añade después de un silo de aguas blancas y antes de al menos uno de una caja de cabeza, una criba, o una bomba de paletas. La enzima y el coagulante catiónico se pueden aplicar a una pulpa de fabricación de papel al mismo tiempo como una pre-mezcla o como componentes añadidos por separado. La enzima y el coagulante catiónico, como opción adicional, se pueden añadir de forma secuencial dentro de un período de tiempo lo suficientemente corto para permitir que los componentes interactúen en combinación con la pulpa. La pulpa tratada también se puede tratar adicionalmente con al menos un floculante. La pulpa tratada resultante se conforma entonces en una hoja de pulpa, que puede tener propiedades mejoradas de drenaje y/o retención en comparación 55 con los tratamientos convencionales que no utilizan una composición que tiene la combinación de enzima y coagulante catiónico.

60 Un sistema de fabricación de papel para la realización de métodos, como se ha descrito anteriormente, puede incluir un suministro de pulpa de fabricación de papel, una unidad de procesamiento para la formación de la pulpa en un papel o cartón que tiene al menos una criba para la recogida de la pulpa y una unidad de procesamiento de formación de la hoja de papel que recibe la pulpa de la criba, un suministro de una composición que contiene al

menos una dispersión acuosa de al menos una enzima y al menos un coagulante catiónico y un dispositivo de alimentación para la alimentación de la composición a la pulpa para su aplicación a la misma antes de la formación de papel, y un suministro de al menos un floculante y un dispositivo de alimentación para alimentar el floculante a la pulpa tratada aguas abajo de donde se aplica la composición enzimática y de coagulante catiónico a la pulpa, y un silo de agua blanca para la recirculación de agua blanca.

Ha de entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ejemplares y explicativas y solo pretenden proporcionar una explicación adicional de la presente invención, como se reivindica.

Como se usa en este documento, "coagulante" se refiere a un material que puede crear partículas más grandes mediante la neutralización de las cargas eléctricas que rodean a pequeñas partículas en solución, por ejemplo, neutralizar cargas eléctricas de repulsión (por ejemplo, cargas negativas) que rodean las partículas, lo que les permite "pegarse" creando grumos o flóculos.

"Floculante" se refiere a un material que puede facilitar la aglomeración o agregación de las partículas coaguladas para formar flóculos más grandes.

"Enzima" se refiere a un material que comprende una proteína o proteína conjugada que puede funcionar como catalizador bioquímico.

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta solicitud, ilustran varios aspectos de la presente invención y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de flujo que muestra un método de fabricación de papel según la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que muestra un método de fabricación de papel según la presente invención.

La FIG. 3 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/50 segundos) y la turbidez (NTU) de la pasta OCC a un nivel de adición de la enzima del 5 % como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 4 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/30 segundos) y la turbidez (NTU) de la pasta OCC a un nivel de adición de la enzima del 1 % como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 5 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/30 segundos) y la turbidez (NTU) de la pasta OCC a un nivel de adición de la enzima del 0,2 % como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 6 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/30 segundos) y la turbidez (NTU) de la pasta de periódico a un nivel de adición de la enzima del 1 % como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 7 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/30 segundos) y la turbidez (NTU) de la pasta OCC al mismo coste que el coagulante regular sin la adición de enzima como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 8 compara el drenaje (g/30 segundos) de la pasta de coagulante catiónico en recirculación de agua blanca con una combinación de enzima y coagulante catiónico y sin combinación como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 9 compara la turbidez (NTU) de la pasta de coagulante catiónico en recirculación de agua blanca con una combinación de enzima y coagulante catiónico y sin combinación de enzimas como se describe en el Ejemplo 1.

La FIG. 10 compara el drenaje (g/30 segundos) de la pasta de coagulante catiónico en recirculación de agua blanca con una combinación de enzima y coagulante catiónico, un coagulante catiónico sin combinación de enzimas, y la enzima sin combinación de coagulante catiónico, como se describe en el Ejemplo 2.

La FIG. 11 compara la turbidez (NTU) de la pasta de coagulante catiónico en recirculación de agua blanca con una combinación de enzima y coagulante catiónico, un coagulante catiónico sin combinación de enzimas, y la enzima sin combinación de coagulante catiónico, como se describe en el Ejemplo 2.

La FIG. 12 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/50 segundos) de la pasta OCC a niveles de adición de la enzima del 5 %, 10 % y 15 % como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 13 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/50 segundos) de la pasta OCC con tiempos de contacto de 0 minutos, 20 minutos, y 40 minutos como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 14 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/50 segundos) de la pasta OCC a temperaturas de 20 °C, 40 °C, y 60 °C como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 15 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje (g/50 segundos) de la pasta OCC para diferentes coagulantes de BUFLOC® 5031 y BUFLOC® 597, y floculante de BUFLOC® 5511 como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 16 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico, coagulante solo, y floculante solo, sobre el drenaje (g/50 segundos) de la pasta OCC como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 17 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre la turbidez (NTU) de la pasta OCC a niveles de adición de la enzima del 5 %, 10 % y 15 % como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 18 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre la turbidez (NTU) de la pasta OCC con tiempos de contacto de 0 minutos, 20 minutos, y 40 minutos como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 19 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre la turbidez (NTU) de la pasta OCC a temperaturas de 20 °C, 40 °C, y 60 °C como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 20 muestra los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre la turbidez (NTU) de la pasta OCC para diferentes coagulantes de BUFLOC® 5031 y BUFLOC® 597, y floculante de BUFLOC® 5511 como se describe en el Ejemplo 3.

La FIG. 21 muestra los resultados de una simulación de recirculación de agua blanca que muestra los efectos de la enzima sobre el drenaje (g) en relación con el tiempo (segundos) como se describe en el Ejemplo 3.

Descripción detallada de la presente invención

La presente invención proporciona métodos de fabricación de papel o cartón. La(s) enzima(s) y el coagulante(s) catiónico(s) se pueden aplicar a una pulpa de fabricación de papel al mismo tiempo o secuencialmente dentro de un período de tiempo lo suficientemente corto para permitir que los componentes interactúen en combinación con la pulpa. La(s) enzima(s) y el coagulante(s) catiónico(s) se pueden pre-combinar como una pre-mezcla, y a continuación se añaden juntos en una composición común a la pulpa. En otra opción, la(s) enzima(s) y el coagulante(s) catiónico(s) se pueden co-mezclar en una tubería de adición o en otra línea de alimentación que alimenta la co-mezcla resultante a un puerto(s) de introducción, tal como un puerto en una unidad de procesamiento de la pulpa. En otra opción, la(s) composición(es) de enzima y el coagulante(s) catiónico(s) se pueden añadir por separado y de forma simultánea a la pulpa por diferentes puertos de introducción en la misma unidad de procesamiento. Como opción adicional, la composición enzimática y de coagulante catiónico se pueden introducir de forma secuencial, es decir, por separado en diferentes momentos, a partir de los mismos o diferentes puertos de introducción o ubicaciones en el sistema de fabricación de papel dentro de un corto período de tiempo. En la adición secuencial, la enzima y los componentes coagulantes catiónicos se pueden añadir por separado en el tiempo con ambos componentes que se ponen en contacto en la pulpa en un corto período de tiempo, por ejemplo, con aproximadamente 5 minutos de diferencia, o con aproximadamente 4 minutos de diferencia, o con aproximadamente 2 minutos de diferencia, o con aproximadamente 1 minuto de diferencia, o con unos 30 segundos de diferencia, o con períodos de tiempo más cortos. Después de contacto de la pulpa con la(s) enzima(s) y el coagulante(s) catiónico(s), la pulpa resultante se puede procesar adicionalmente y se conforma en un papel o cartón. Hojas de pulpa de la que están fabricados los productos de papel o cartón pueden presentar un drenaje excelente y/o una retención de finos de celulosa excelente, superando todas las expectativas que se pueden extraer de los efectos individuales de la enzima y los componentes coagulantes catiónicos. Las mejoras pueden ser sinérgicas. Además, estas mejoras en el drenaje y en el comportamiento de retención se pueden obtener sin necesidad de calentar la pulpa a temperaturas de aproximadamente 40 °C o más antes de la aplicación de la enzima a la pulpa. El floculante(s) se puede añadir a la corriente de pulpa o la pulpa después de la adición de la enzima y la composición de polímero catiónico y antes de la formación de papel. Para los fines de esta solicitud de patente, los términos "pulpa", "pasta" y "pasta de papel" se utilizan indistintamente. Además, cuando términos tales como enzima o coagulante se usen en singular, se entiende que se puede utilizar más de un tipo (por ejemplo, una o más enzimas, uno o más coagulantes, etc.).

El método de la presente invención se puede poner en práctica en máquinas convencionales de fabricación de papel con modificaciones que pueden introducirse fácilmente en vista de la presente invención. El método de la presente invención se puede poner en práctica, por ejemplo, en un conjunto de extremo húmedo de una máquina de fabricación de papel convencional con modificaciones que pueden introducirse fácilmente en vista de la presente invención. El método puede emplear muchos tipos diferentes de pulpa de fabricación de papel o combinaciones de las mismas. Las pulpas tratadas en las máquinas de fabricación de papel con la composición enzimática y de coagulante catiónico presentan un mejor rendimiento de drenaje, mejor comportamiento de retención, o ambos. Por ejemplo, el drenaje (masa/tiempo, por ejemplo, g/30 segundos) de pulpa tratada con la enzima y el coagulante catiónico puede ser, por ejemplo, al menos aproximadamente un 5 % mayor, o al menos aproximadamente un 10 % mayor, o al menos aproximadamente un 25 % mayor, que el tratamiento con solo una de la enzima o el coagulante catiónico (es decir, sin la enzima o sin el coagulante catiónico). Por ejemplo, se puede aumentar un drenaje de 100 g/30 s obtenido con el tratamiento de una pasta de pulpa con una composición que contiene el coagulante catiónico o la enzima, pero no ambos, mediante el tratamiento con una combinación de los dos componentes (por ejemplo, como una pre-mezcla), por ejemplo, hasta al menos aproximadamente 105 g/30 s o más, o hasta al menos aproximadamente 110 g/30 s o más, o hasta al menos aproximadamente 125 g/30 s o más, respectivamente. La turbidez (NTU) de la pulpa, como una medida tanto de la primera como de la retención coloidal, tratado con la enzima y el coagulante catiónico puede ser, por ejemplo, al menos aproximadamente un 5 % menos, o al menos aproximadamente un 10 % menos, o al menos aproximadamente un 25 % menos, que el tratamiento con solo una de la enzima o el coagulante catiónico (es decir, sin la enzima o sin el coagulante catiónico). En una opción, los cambios porcentuales indicados anteriormente en el drenaje, la turbidez, o ambos, se pueden determinar con

relación a un valor observado cuando se utiliza solo el coagulante catiónico (es decir, sin la enzima). En otra opción, los cambios porcentuales indicados anteriormente se pueden determinar con relación a un valor observado cuando solo se usa la enzima (es decir, sin el coagulante catiónico). También se ha encontrado que el uso combinado de la enzima con coagulante catiónico permite la acumulación de la enzima en la recirculación de agua blanca u otro tipo de recirculación de cierre en los métodos de fabricación de papel para la reducción de las necesidades generales de adición de enzima, sin dejar de ser suficiente para llevar a cabo las reacciones enzimáticas deseadas con la fibra en el método de fabricación de papel. Los métodos de la presente invención hacen que sea factible eliminar pretratamientos de pulpa celulósica antes de la aplicación de la enzima. No se requiere proceso de tratamiento térmico y el equipo de calentamiento asociado para la pulpa antes de la aplicación de la enzima en los métodos de la presente invención para la obtención de pulpa en bruto de baja consistencia, que puede traducirse en importantes ahorros de energía y de equipo. Por ejemplo, la pulpa no requiere calentamiento a una temperatura de aproximadamente 40 °C o superior, o aproximadamente 45 °C o superior, o aproximadamente 50 °C o superior, antes de aplicar la composición enzimática y de coagulante catiónico a la pulpa a fin de que la enzima tenga la actividad deseada con respecto a la fibra. Dicho de otra manera, la pulpa se puede mantener a una temperatura o se puede almacenar a una temperatura por debajo de aproximadamente 40 °C, o por debajo de aproximadamente 35 °C, o por debajo de aproximadamente 33 °C (por ejemplo, 10 °C a 39 °C), en todo momento antes de la aplicación de la composición enzimática y de coagulante catiónico a la pulpa en los métodos de la presente invención, sin perjudicar la capacidad de la enzima para tener la actividad deseada con respecto a la fibra de pulpa. Además, la combinación de enzimas con coagulante catiónico se puede aplicar como tratamiento para la fabricación de papel de celulosa en cualquier punto o puntos de adición convenientes en el sistema de fabricación de papel antes de la formación de papel, sin necesidad de otros cambios de un programa de parte húmeda existente. Además, mediante la combinación de enzima y coagulante catiónico, la dosis de coagulante se puede reducir significativamente, mientras que aún se obtienen mejoras significativas sobre el drenaje de la pulpa y la turbidez sin aumentar el coste en aditivos químicos. Además, o como alternativa a los usos y beneficios anteriores, la composición enzimática y de coagulante catiónico se puede aplicar como fuente de coagulante para cualquier programa que requiera coagulante en un proceso de fabricación de papel. En otra opción, la composición enzimática y de coagulante catiónico se puede aplicar como fuente de enzima para cualquier programa que requiera un proceso de tratamiento con enzimas para diversas pulpas.

El componente enzimático de la enzima que se utiliza con un coagulante catiónico para el tratamiento de la pulpa según la presente invención puede incluir, por ejemplo, una enzima que tiene actividad celulítica. Por ejemplo, la enzima puede tener una actividad que afecta a la hidrólisis de la fibra. La enzima puede ser, por ejemplo, celulasa, hemicelulasa, pectinasa, β -glucanasa, CMCasa, amilasa, glucosidasa, galactosidasa, lipasa, proteasa, lacasa, o cualquiera de sus combinaciones. La enzima celulasa puede ser, por ejemplo, una celulasa, tal como una endo-celulasa, exo-celulasa, celobiasa, celulasa oxidativa, fosforilasas de celulosa, o cualquiera de sus combinaciones. Endo-celulasas que se pueden utilizar, por ejemplo, son endoglucanasa con dominio de unión (NOVOZYM[®] 476, Novozymes), endoglucanasa enriquecida con unidades de alto contenido en celulosa (NOVOZYM[®] 51081, Novozymes), o combinaciones de las mismas, u otras endo-celulasas conocidas o útiles. Un solo tipo de enzima o una combinación de dos o más tipos diferentes de enzimas se pueden utilizar conjuntamente con el coagulante catiónico.

Las celulasas generalmente son enzimas que degradan la celulosa, un polímero de glucosa lineal que aparece en las paredes celulares de las plantas. Las hemicelulasas (por ejemplo, xilanasas, manosa arabinasa) en general están involucradas en la hidrólisis de la hemicelulosa, que, como la celulosa, es un polisacárido que se encuentra en las plantas. Las pectinasas generalmente son enzimas implicadas en la degradación de la pectina, un carbohidrato cuyo principal componente es un ácido de azúcar. Las β -glucanasas son enzimas implicadas en la hidrólisis de β -glucanos, que también son similares a la celulosa en que son polímeros lineales de glucosa. Las composiciones enzimáticas líquidas que contienen celulasas también están disponibles con los nombres Celluclast[®] y NOVOZYM[®] 188, ambas suministradas por Novo Nordisk.

Los siguientes párrafos proporcionan ejemplos de enzimas que se pueden utilizar solas o en combinación en la presente invención. El producto PULPZYM[®], disponible en Novo Nordisk, y el producto ECOPULP[®], de Alko Biotechnology, son dos ejemplos de composiciones enzimáticas líquidas disponibles en el mercado que contienen enzimas de blanqueo a base de xilanasas.

Como clase, las hemicelulasas pueden incluir una mezcla de hemicelulasa y galactomananasa. Las composiciones enzimáticas líquidas comerciales que contienen hemicelulasas están disponibles como PULPZYM[®] en Novo, ECOPULP[®] en Alko Biotechnology y NOVOZYM[®] 280 y Gamanasa[™], que son ambos productos de Novo Nordisk.

Las pectinasas consisten en endopoligalacturonasa, exopoligalacturonasa, endopectato liasa (transeliminasa), exopectato liasa (transeliminasa), y endopectin liasa (transeliminasa). Las composiciones enzimáticas líquidas comerciales que contienen pectinasas están disponibles con los nombres Pectinex[™] Ultra SP y Pectinex[™]*, ambos suministrados por Novo Nordisk.

Las β -glucanasas comprenden liquenasa, laminarinasa y exoglucanasa. Las composiciones enzimáticas líquidas comerciales que contienen beta-glucanasas están disponibles con los nombres Novozym[®] 234, Cereflo[®], BAN,

Finizym[®], y Ceremix[®], todos ellos suministrados por Novo Nordisk.

Dos clases adicionales de enzimas industriales y comerciales útiles son las lipasas y fosfolipasas. Las lipasas y fosfolipasas son enzimas de esterasa.

Novo Nordisk comercializa dos preparaciones de enzimas líquidas con los nombres Resinase[™] A y Resinase[™] A 2X.

Se pueden utilizar lipasas alcalinas. Las composiciones enzimáticas líquidas comerciales que contienen lipasas están disponibles con los nombres Lipolase 100, Greasex 50L, Palatase[™] A, Palatase[™] M y nipozyme[™], todos ellos suministrados por Novo Nordisk.

Con respecto a las fosfolipasas útiles en el mercado, se puede utilizar la fosfolipasa pancreática A₂. Se pueden utilizar isomerasas.

Se pueden utilizar enzimas redox. Las enzimas redox pueden incluir peroxidasa, superóxido dismutasa, alcohol oxidasa, polifenol oxidasa, xantina oxidasa, sulfhidrilo oxidasa, hidroxilasas, colesterol oxidasa, lacasa, alcohol deshidrogenasa, o deshidrogenasas esteroides.

Como se ha indicado, en una opción, la enzima y los componentes coagulantes catiónicos se pueden premezclar en una composición común usada para tratar una pulpa. Se puede utilizar una enzima preformulada en una composición líquida como fuente de la enzima en combinación con el componente coagulante catiónico. Una composición de enzima celulítica puede contener, por ejemplo, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso de enzima. Estas composiciones enzimáticas pueden contener además, por ejemplo, polietilenglicol, hexilenglicol, polivinilpirrolidona, alcohol tetrahidrofurfílico, glicerina, agua y otros aditivos de composición de enzima convencionales, como se describe, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.º 5.356.800.

Otras enzimas y composiciones que contienen enzimas adecuadas incluyen aquellas tales como las descritos en la patente de Estados Unidos n.º 5.356.800, la patente de Estados Unidos n.º 4.923.565, y la Solicitud de patente Internacional n.º WO 99/43780. Otras enzimas ejemplares de tratamiento de pulpa para la fabricación de papel son BUZYME[®] 2523 y BUZYME[®] 2524, ambas disponibles en Buckman Laboratories International, Inc., Memphis, Tenn.

La enzima se puede añadir a la pulpa en una cantidad, por ejemplo, de aproximadamente el 0,01 % en peso a aproximadamente el 10 % en peso de enzima en base al peso seco de la pulpa, o de aproximadamente el 0,05 % en peso a aproximadamente el 5 % en peso, o de aproximadamente el 0,1 en peso a aproximadamente el 2,5 % en peso, o de aproximadamente el 0,2 en peso a aproximadamente el 1,5 % en peso de enzima en base al peso seco de la pulpa, aunque se pueden utilizar otras cantidades. Estas cantidades de adición de la enzima con respecto a la pulpa se pueden aplicar al uso de pre-mezclas de la enzima y el coagulante catiónico en una composición común, y también las otras opciones de adición que se indican en el presente documento para la introducción de la enzima y el coagulante catiónico por separado a la pulpa (simultánea o secuencialmente). Cualquier cantidad, porcentaje o proporción de enzima descrito en el presente documento puede estar base a la enzima activa. Por ejemplo, una cantidad de la enzima referida como el 1 % en peso de enzima puede referirse al 1 % en peso de enzima activa.

El componente coagulante catiónico puede ser o puede incluir un coagulante polimérico catiónico orgánico, un coagulante catiónico inorgánico, o combinaciones de los mismos. Además de los efectos sinérgicos con la enzima, el coagulante catiónico puede reducir las cargas superficiales negativas presentes en las partículas en la pasta de papel, en particular, las cargas superficiales de los finos celulósicos y cargas minerales, y por lo tanto pueden alcanzar un cierto grado de aglomeración de tales partículas.

Los coagulantes de polímeros orgánicos catiónicos pueden ser, por ejemplo, almidón(es) catiónico(s), poliamina, poliamidoamina-glicol, polivinilamina (PVAm), polietilen imina, cloruro de polidialildimetilamonio (poli-DADMAC), poliacrilamida catiónica glioxalada, copolímero de vinilamina y acrilamida, o cualquier combinación de los mismos. El coagulante catiónico puede ser o puede incluir poliacrilamida(s). El coagulante catiónico se puede considerar, para los fines de la presente invención, que es un coagulante y/o actúa como un floculante. El coagulante catiónico puede ser sintético, natural, o una combinación de los mismos.

El coagulante polimérico orgánico catiónico puede ser un polímero catiónico de bajo peso molecular altamente cargado soluble en agua. El peso molecular (promedio en número M_w) del coagulante polimérico orgánico catiónico puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 1000 a aproximadamente 25.000.000, o de aproximadamente 2000 a aproximadamente 1.000.000, o de aproximadamente 5000 a aproximadamente 750.000, o de aproximadamente 10.000 a 500.000, o de aproximadamente 2.000.000 a 20.000.000, o de aproximadamente 5.000.000 a 15.000.000, o de aproximadamente 10.000.000 a 20.000.000. Las polivinilaminas catiónicas pueden incluir las descritas en la patente de Estados Unidos n.º 4.421.602 y la publicación de la Solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2009/0314446 A1. Los polímeros orgánicos catiónicos pueden ser o pueden incluir, por ejemplo, los siguientes polímeros disponibles en el mercado: BUFLOC[®] 5031, una poliamina catiónica de bajo peso molecular que tiene una

densidad de carga del 100 % y un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 100.000 a aproximadamente 300.000; BUFLOC® 5551, una polivinilamina catiónica que tiene una densidad de carga del 100 % y un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 2000 a aproximadamente 4000; y BUFLOC® 597, una polietilenimina catiónica modificada que tiene una densidad de carga del 100 % y un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 2.000.000 a aproximadamente 3.000.000, todas disponibles en Buckman Laboratories International, Inc. (Memphis TN). Para los fines del presente documento, los pesos moleculares se determinan en base a la viscosidad intrínseca como técnica analítica.

La cantidad de polímero orgánico catiónico utilizado como coagulante catiónico puede variar dependiendo de la química específica usada, y en general se puede añadir a la pulpa en una cantidad, por ejemplo, de aproximadamente 0,5 libras de polímero catiónico orgánico por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, o en una cantidad de aproximadamente 0,5 libras a aproximadamente 8 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1 libra a aproximadamente 6 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1,5 libras a aproximadamente 4 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 2 libras a aproximadamente 3 libras de polímero catiónico orgánico por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, aunque se pueden utilizar otras cantidades. Estas cantidades de adición del coagulante orgánico catiónico con respecto a la pulpa se pueden aplicar al uso de pre-mezclas de la enzima y el coagulante orgánico catiónico en una composición común, y también las otras opciones de adición indicadas en el presente documento para la introducción de la enzima y el coagulante catiónico por separado en la pulpa.

Los coagulantes catiónicos pueden ser o pueden incluir productos químicos catiónicos inorgánico (por ejemplo, sulfato de aluminio (alumbre), cloruro de aluminio, cloruro férrico, sulfato férrico), polímeros inorgánicos catiónicos (por ejemplo, cloruro de polialuminio (PAC), sulfato de polialuminio (PAS), silicato de sulfato de polialuminio (PASS)), partículas minerales catiónicas dispersables en agua (por ejemplo, partículas minerales de alúmina catiónica, un sol de sílice catiónico coloidal), clorhidrato de aluminio (ACH), o cualquier combinación de los mismos.

El PAC se puede utilizar en la forma de dipolímero catiónico cargado de peso molecular muy bajo, tal como los disponibles en Buckman Laboratories International, Inc., como BUFLOC® 5041 o BUFLOC® 569. La micropartícula catiónica puede ser una hectorita, una bentonita, una zeolita, un sol de alúmina, catiónicos naturales o sintéticos, o cualquiera de sus combinaciones. Partículas minerales catiónicas ejemplares para su uso en las composiciones de enzima y coagulante de la presente invención pueden incluir micropartículas de alúmina coloidales catiónicas fibrosas tales como las descritas en la patente de Estados Unidos n.º 6.770.170 B2, los productos de alúmina fibrosos que se pueden obtener mediante los procesos descritos en la patente de Estados Unidos n.º 2.915.475 de Bugosh, y los descritos en el documento WO 97/41063.

La cantidad de coagulante catiónico inorgánico puede variar dependiendo de la sustancia química o mineral específico utilizado, y en general se puede añadir a la pulpa en una cantidad, por ejemplo, de al menos aproximadamente 0,1 libras por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, o de aproximadamente 0,2 libras por tonelada de pasta de papel a aproximadamente 5,0 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,3 libras por tonelada de pasta de papel a aproximadamente 4,0 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,5 libras a aproximadamente 3,0 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1,0 libras a aproximadamente 2,0 libras por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, aunque se pueden utilizar otras cantidades. Estas cantidades de adición del coagulante catiónico inorgánico en relación con la pulpa se pueden aplicar al uso de pre-mezclas del coagulante catiónico inorgánico y una enzima en una composición común, y también las otras opciones de adición indicadas en el presente documento para la introducción de la enzima y el coagulante catiónico por separado a la pulpa.

Como ilustraciones adicionales, el coagulante catiónico utilizado en combinación con la enzima puede incluir al menos una o cualquier combinación de: 1) un solo tipo de polímero catiónico orgánico (por ejemplo, poliamina); 2) mezclas o mixturas de diferentes polímeros orgánicos catiónicos en combinación (por ejemplo, una combinación de poliamina y de poli-DADMAC; 3) una mezcla de polímero orgánico catiónico y coagulante químico inorgánico catiónico (por ejemplo, una combinación de poliamina y PAC); 4) un polímero catiónico inorgánico o partículas químicas inorgánicas catiónicas o minerales catiónicas, o cualquier combinación de los mismos. Como opción, el coagulante(s) utilizado(s) en la composición de coagulante y enzima es un polímero orgánico que tiene funcionalidades de carga catiónica que representan, por ejemplo, al menos el 1 %, al menos el 10 %, al menos el 25 %, al menos el 50 %, al menos el 75 %, al menos el 90 %, o al menos el 95 %, o al menos el 99 %, o hasta el 100 %, de funcionalidades que llevan carga iónica total del polímero. En otra opción, el coagulante puede ser un polímero orgánico multifuncional que tiene funcionalidades cargadas tanto catiónicas como aniónicas. En una opción, el coagulante puede ser un polímero orgánico que tiene una carga catiónica neta si es multifuncional. En otra opción, la composición enzimática y de coagulante catiónico además puede incluir al menos un compuesto coagulante aniónico (tal como un polímero orgánico aniónico, un compuesto aniónico inorgánico, o ambos) como componente introducido por separado a partir del compuesto o compuestos coagulantes catiónicos en la composición. Los componentes aniónicos pueden causar depósitos (por ejemplo, geles) en la pulpa o el agua blanca. Se puede controlar cualquier cantidad de componentes aniónicos, funcionalidades aniónicas sobre los componentes, o ambos, presentes en la composición coagulante y la enzima, por ejemplo, para reducir o evitar la formación de dichos depósitos y a cantidades que no afecten negativamente a la capacidad de drenaje y de

retención de la pulpa de la composición de coagulante catiónico y enzima. Como opción, se puede utilizar una pre-mezcla o co-mezcla de la composición de coagulante y enzima libre o sustancialmente libre de cualquier componente aniónico que cause depósitos de gel, ponga en peligro el rendimiento de drenaje/retención de la pulpa de la composición, o ambas cosas.

Como se ha indicado, en una opción, la composición enzimática y de coagulante catiónico y sus componentes se pueden introducir al mismo tiempo en el proceso de fabricación de papel para formar una pulpa pre-tratada. Como también se ha indicado, la enzima y el coagulante catiónico se pueden introducir al mismo tiempo en una pulpa o corriente de pulpa en el sistema de fabricación de papel como una composición pre-mezclada. Como opciones, la enzima y el coagulante catiónico se pueden introducir como adiciones separadas que se mezclan durante o después de la adición en la pulpa. Como una opción indicada, por ejemplo, la enzima y el coagulante catiónico se pueden añadir por separado y de forma simultánea a la pulpa de diferentes puertos de introducción en la misma unidad de procesamiento en el sistema de fabricación de papel. Como opción adicional indicada, la composición enzimática y el coagulante catiónico se pueden introducir de forma secuencial (por ejemplo, a tiempos de adición separados que no se superponen) de los mismos o diferentes puertos o ubicaciones de introducción en el sistema de fabricación de papel o de su(s) unidad(es) de procesamiento, en el que la enzima y el coagulante catiónico se pueden poner en contacto con la fibra de pulpa a tratar en un corto período de tiempo, por ejemplo, con aproximadamente 5 minutos de diferencia, o con aproximadamente 4 minutos de diferencia, o con aproximadamente 2 minutos de diferencia, o con aproximadamente 1 minuto de diferencia, o con aproximadamente 30 segundos de diferencia, o con 10 segundos de diferencia, o con 5 segundos de diferencia, o con 3 segundos de diferencia, o con 2 segundos de diferencia, o con 1 segundo el uno del otro, o con 0,5 segundos de diferencia, o con 0,25 segundos de diferencia, o con aproximadamente de 0,25 segundos a aproximadamente 5 minutos de diferencia, o con aproximadamente de 1 minuto a aproximadamente 5 minutos de diferencia, o con aproximadamente de 2 a aproximadamente 5 minutos de diferencia, o con aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 4 minutos de diferencia.

Las composiciones enzimáticas y de coagulantes catiónicos a base de pre-mezclas de estos componentes pueden tener, por ejemplo, de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 99 % en peso de enzima y de aproximadamente el 99 % en peso a aproximadamente el 1 % en peso de coagulante catiónico, o de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 25 % en peso de enzima y de aproximadamente el 99 % en peso a aproximadamente el 75 % en peso de coagulante catiónico, o de aproximadamente el 2,5 % a aproximadamente el 20 % en peso de enzima y de aproximadamente el 97,5 % a aproximadamente el 80 % en peso de coagulante catiónico, o de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 15 % en peso de enzima y de aproximadamente el 95 % a aproximadamente el 85 % en peso de coagulante catiónico, en base al peso de sólidos secos. Cuando se prepara como una pre-mezcla, la composición basada en la enzima y los componentes coagulantes catiónicos se puede formular mediante la combinación secuencial o simultánea de los componentes en un medio fluido, tal como agua. El orden de adición de los componentes no está limitado. Los diversos ingredientes que forman las composiciones enzimáticas y de coagulantes de la presente invención se pueden mezclar juntos utilizando técnicas de mezcla convencionales, tales como un mezclador, un agitador, y/o un recipiente abierto. Antes y/o después de la dispersión acuosa de la enzima y el coagulante catiónico, el pH de la combinación resultante en general se puede controlar, por ejemplo, a un nivel definido de un pH de aproximadamente 3 a aproximadamente 10, o un pH de aproximadamente 4 a aproximadamente 10, o un pH de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 10,0, y más adecuadamente de aproximadamente 8,0 a aproximadamente 9,0. Estos intervalos de pH se pueden aplicar a la composición y/o a la composición en una solución acuosa. El ajuste del pH de la composición se puede lograr, por ejemplo, mediante la adición de hidróxido de sodio o hidróxido de amonio (amoníaco acuoso). La composición enzimática y de coagulante catiónico pueden incluir uno o más aditivos, tales como colorantes, pigmentos, antiespumantes, biocidas, agentes de ajuste del pH, y/o almidón catiónico, y/u otros aditivos de preparación o tratamiento de papel convencionales. Los aditivos opcionales, si se usan, no deben poner en peligro los efectos combinados únicos de la enzima y el coagulante catiónico, tales como con respecto a las mejoras del drenaje y/o la retención. Como se ha indicado, los componentes aniónicos, por ejemplo, pueden causar depósitos (geles) en la pulpa o agua blanca. La composición enzimática y de coagulante catiónico puede contener, por ejemplo, menos de aproximadamente el 3 % en peso, o menos del 2 % en peso, o menos del 1 % en peso, o menos del 0,5 % en peso, de componentes aniónicos que causan depósitos o geles. La composición enzimática y de coagulante catiónico, como pre-mezcla, se puede preparar como dispersión acuosa físicamente estable, que puede ser más estable, por ejemplo, a entre aproximadamente el 10 % en peso y aproximadamente el 60 % en peso de sólidos totales, o de aproximadamente el 25 % a aproximadamente el 50 % en peso de sólidos totales, o de aproximadamente el 35 % en peso de sólidos totales. A aproximadamente el 45 % en peso de sólidos totales, la viscosidad puede tender a permanecer en un rango que se puede verter. Niveles de sólidos más altos tienden a espesarse gradualmente durante el almacenamiento antes de su uso.

Las composiciones enzimáticas y de coagulante catiónico, cuando se preparan como pre-mezclas de estos componentes, se pueden preparar como lotes maestros para la dilución en un momento posterior o se puede preparar la concentración deseable al mismo tiempo que se prepara la composición. La composición enzimática y de coagulante catiónico se puede preparar in situ o fuera de las instalaciones o partes o componentes de la composición se pueden preparar o pre-mezclar fuera de las instalaciones o in situ antes de la formación final de la composición. Las composiciones que comprenden las pre-mezclas de enzima y coagulante catiónico se pueden formar inmediatamente antes de su introducción en el proceso de fabricación de papel o el proceso de fabricación de

hojas, o las composiciones se pueden preparar de antemano, tal como antes de su uso, minutos antes de su uso, horas antes de su uso, o días o semanas o meses antes de su uso, y preferentemente dentro de aproximadamente 2-3 semanas de uso. Por ejemplo, cuando las composiciones se introducen como una pre-mezcla de enzima y coagulante catiónico, la pre-mezcla se puede preparar aproximadamente de 1 a aproximadamente 100 segundos antes de su introducción en el proceso de fabricación de papel, o de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 5 horas, o de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 10 horas, o de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 24 horas antes de su uso, o de aproximadamente 1 día a aproximadamente 7 días, o de aproximadamente 1 día a aproximadamente 30 días, o de aproximadamente 1 día a aproximadamente 60 días, o de aproximadamente 1 día a aproximadamente 180 días, antes de su uso.

Como se ha indicado, la pulpa o pasta se pueden tratar con la composición que incluye tanto la enzima como el coagulante catiónico como pre-mezcla en cualquier ubicación en el sistema de fabricación de papel antes de la formación de la malla de papel sobre el hilo, por ejemplo, un punto de adición antes de la caja de cabeza en el sistema. Las adiciones separadas de estos componentes a la pulpa de acuerdo con otras opciones indicadas también se pueden realizar en cualquiera de estas ubicaciones en el sistema de fabricación de papel.

La composición enzimática y de coagulante catiónico que comprende una pre-mezcla de estos componentes se puede añadir a pasta de papel, por ejemplo, en una cantidad de al menos aproximadamente 0,5 libras por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, o al menos aproximadamente 1 libra por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,75 a aproximadamente 7,5 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1,25 a aproximadamente 4 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 3 libras por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa en la pasta de papel, aunque se pueden usar otras cantidades. Cuando se utilizan adiciones separadas de la enzima y el coagulante catiónico a la pulpa de acuerdo con otras opciones indicadas en el presente documento, las cantidades combinadas de estos componentes relativos a la pulpa también puede estar dentro de uno o más de estos intervalos indicados anteriormente.

Se puede añadir un floculante antes o después de la adición de la enzima y los coagulantes catiónicos a la pasta de papel, y normalmente se añade después de la adición. El floculante se puede añadir, por ejemplo, después de la adición de la composición y/o de varias etapas de cizallamiento de cualquier proceso de refinado aplicado a la pulpa tratada. El floculante puede ser, por ejemplo, un floculante polimérico catiónico, aniónico, no iónico, bipolar, o anfótero que puede aumentar aún más la retención y/o drenaje en una composición de fabricación de papel a las mejoras de rendimiento proporcionadas por la composición enzimática y de coagulante catiónico.

Los floculantes adecuados generalmente pueden tener pesos moleculares (M_w promedio), por ejemplo, de más de aproximadamente 1.000.000, o de más de aproximadamente 5.000.000, o de más de aproximadamente 20.000.000, o de más de aproximadamente 1.000.000 hasta aproximadamente 25.000.000. Un floculante polimérico se puede preparar por polimerización de adición de vinilo de uno o más monómeros catiónicos, aniónicos, o no iónicos; por copolimerización de uno o más monómeros catiónicos con uno o más monómeros no iónicos; por copolimerización de uno o más monómeros aniónicos con uno o más monómeros no iónicos; por copolimerización de uno o más monómeros catiónicos con uno o más monómeros aniónicos y opcionalmente uno o más monómeros no iónicos para producir un polímero anfótero; o por polimerización de uno o más monómeros bipolares y, opcionalmente, uno o más monómeros no iónicos para formar un polímero bipolar. Uno o más monómeros bipolares y opcionalmente uno o más monómeros no iónicos también se pueden copolimerizar con uno o más monómeros aniónicos o catiónicos para impartir carga catiónica o aniónica al polímero bipolar.

El floculante se puede utilizar en forma sólida, como una solución acuosa, como una emulsión de agua en aceite, o como una dispersión en agua. Los polímeros catiónicos representativos incluyen, por ejemplo, copolímeros y terpolímeros de (met)acrilamida con metacrilato de dimetilaminoetilo (DMAEM); acrilato de dimetilaminoetilo (DMAEA); acrilato de dietilaminoetilo (DEAEA); metacrilato de dietilaminoetilo (DEAEM); o sus formas de amonio cuaternario preparadas con sulfato de dimetilo, cloruro de metilo o cloruro de bencilo. El floculante puede incluir, por ejemplo, copolímeros de sales cuaternarias de cloruro de metilo de acrilato de dimetilaminoetilo-acrilamida y copolímeros de acrilato de sodio-acrilamida y polímeros de poli(acrilamida) hidrolizada. El floculante puede ser una poli(acrilamida)(s).

El floculante se puede añadir, por ejemplo, en una cantidad de al menos aproximadamente 0,001 libra de floculante por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa, o de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 10 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 6 libras por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 4 libras de floculante por tonelada de pasta de papel, o de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 libras de floculante por tonelada de pasta de papel, en base a los sólidos secos de la pulpa en la composición de fabricación de papel, aunque se pueden utilizar otras cantidades.

La enzima y el coagulante catiónico, como parte de una única composición premezclada o como componentes separados, se pueden añadir a muchos tipos diferentes de pulpa de fabricación de papel, pasta, o combinaciones de pulpas o pastas. Por ejemplo, la pulpa puede comprender pulpa virgen y/o pulpa reciclada, tal como pulpa de sulfito virgen, pulpa partida, pulpa kraft, pulpa a la sosa, pulpa termomecánica (TMP), pulpa mecánica al peróxido alcalino (APMP), pulpa quimio-termomecánica (CTMP), pulpa quimiomecánica (CMP), pulpa triturada (GP), mezclas de tales pulpas, y similares. La pulpa kraft puede ser, por ejemplo, una pulpa kraft de madera dura, una pulpa kraft de madera blanda, o combinaciones de las mismas. La pulpa reciclada puede ser o incluir residuos de papel, OCC, y otros productos y materiales de papel usados. Por ejemplo, hay una variedad de métodos de fabricación de pulpa mecánica a los que se puede aplicar esta invención. Por ejemplo, la pulpa termomecánica (TMP) utiliza una combinación de astillas de madera calentadas y procesos mecánicos. Piedra triturada (SGW) muele o macera las astillas de madera. La pulpa quimio-termomecánica (CTMP) utiliza una variedad de productos químicos, calor y técnicas de molienda para producir pulpa. Los diferentes tipos de pulpa requieren diferentes tipos de papel aunque muchos papeles pueden utilizar una combinación o "mezcla" de varios tipos diferentes de pulpa y papel reciclado/recuperado. La pulpa o pasta de fabricación de papel puede contener fibras de celulosa en un medio acuoso a una concentración de, por ejemplo, al menos aproximadamente el 50 % en peso del contenido de sólidos secos totales en la pulpa o pasta, aunque se pueden utilizar otras concentraciones. Estas formulaciones de pulpa pueden denominar pastas de fibra.

Las pulpas o pastas de la presente invención se pueden tratar con uno o más aditivos opcionales en el sistema de fabricación de papel. Estos aditivos opcionales pueden incluir, por ejemplo, polímeros tales como polímeros catiónicos, aniónicos y/o no iónicos, arcillas, otras cargas, colorantes, pigmentos, antiespumantes, agentes de ajuste del pH tales como alumbre, aluminato de sodio, y/o ácidos inorgánicos, tal como ácido sulfúrico, microbiocidas, adyuvantes de retención del agua suplementarios tales como micropartículas catiónicas coloidales de alúmina, coagulantes suplementarios, floculantes suplementarios, agentes niveladores, lubricantes, antiespumantes, agentes humectantes, abrillantadores ópticos, agentes dispersantes de pigmentos, agentes de reticulación, modificadores de la viscosidad o espesantes, o cualquier combinación de los mismos, y/u otros aditivos convencionales y no convencionales de fabricación o de procesamiento de papel. Por ejemplo, el pH de la pulpa (tratada) en general, pero no exclusivamente, se puede controlar a un nivel definido de aproximadamente 4,0 a aproximadamente 8,5, y más adecuadamente de aproximadamente 4,5 a aproximadamente 8,0.

Las pulpas o pastas de la presente invención además, se pueden tratar con uno o más de otros componentes, incluyendo polímeros tales como polímeros aniónicos y no iónicos, arcillas, otras cargas, colorantes, pigmentos, antiespumantes, agentes de ajuste del pH tales como alumbre, microbiocidas, micropartículas (por ejemplo, ACH), y otros aditivos de fabricación o de procesamiento del papel convencionales. Estos aditivos se pueden añadir antes, durante o después de la introducción de la composición enzimática y de coagulante catiónico.

Los métodos de la presente invención se pueden poner en práctica en aplicaciones relacionadas con la pulpa, incluyendo, por ejemplo, cuando las pulpas se tratan y se deshidratan. Los métodos se pueden poner en práctica, por ejemplo, en máquinas convencionales de fabricación de papel (tales como una máquina de papel tipo Fourdrinier), por ejemplo, en conjuntos de extremo húmedo de máquinas de fabricación de papel, con modificaciones que se pueden introducir en vista de la presente invención. En la FIG. 1 se expone un diagrama de flujo de un sistema de fabricación de papel para llevar a cabo uno de los métodos de la presente invención. La FIG. 2 muestra otros puntos de adición de floculante opcionales. Se debe entender que el sistema mostrado es un ejemplo de la presente invención y de ninguna manera pretende restringir el alcance de la invención.

En el sistema de la FIG. 1, una composición enzimática y de coagulante catiónico a una concentración deseada se combina con una corriente de flujo de pulpa de fabricación de papel para formar una pulpa tratada en uno o más puntos de adición de las Opciones 1 a 6 que se muestran en la FIG. 1. Para simplificar este ejemplo (y el ejemplo de la FIG. 2), se muestra una composición enzimática y de coagulante catiónico añadida al sistema como pre-mezcla de la enzima y el coagulante catiónico. Se pueden utilizar estos y/u otros puntos de adición de la composición enzimática y de coagulante catiónico siempre y cuando la composición se introduzca antes de la formación de papel en la caja de cabeza. El sistema puede incluir un dispositivo de medición para proporcionar una cantidad adecuada de la composición enzimática y de coagulante catiónico al flujo de pulpa. También se pueden proporcionar otros dispositivos de medición o dosificación para los otros aditivos e ingredientes que se pueden usar durante el método.

Se puede añadir un floculante antes o después de la introducción de la composición enzimática y de coagulante, tal como en una o más de las Opciones de introducción de aditivos 2A-6A que se muestra en la FIG. 2, y antes de la caja de cabeza. Por ejemplo, cuando se añade la composición enzimática y de coagulante catiónico a la Opción 1, el floculante se podría añadir en cualquiera de los puntos de adición que se muestran como Opciones 2A-6A en la FIG. 2. Cuando se añade la composición enzimática y de coagulante catiónico a la Opción 2, el floculante se podría añadir en cualquier de las Opciones 3A-6A, y así sucesivamente. El suministro de la composición enzimática y de coagulante catiónico puede ser, por ejemplo, un tanque de retención que tiene una salida en comunicación con una entrada de un tanque o línea en el sistema. El suministro de floculante puede ser, por ejemplo, un tanque de retención que tiene una salida en comunicación con el depósito o la línea en el sistema. Otros aditivos opcionales se pueden añadir en otros puntos a lo largo del flujo de pulpa o pulpa tratada en todo el sistema mostrado en la FIG. 1,

tal como en una o más ubicaciones de adición de las Opciones 1-6. Se pueden utilizar una válvula y bombas convencionales usadas en relación con la introducción de las composiciones y los aditivos.

En la FIG. 1, el suministro de pulpa mostrado representa un flujo de pulpa, como por ejemplo, suministrada desde un tanque o silo de retención de la pulpa. El suministro de pulpa mostrado en la FIG. 1 puede ser un conducto, un tanque de retención, o un tanque de mezcla u otro recipiente, pasaje o zona de mezcla para el flujo de pulpa. La pulpa se hace pasar desde el tanque de pulpa a través de un refinador y a continuación a través de una cubeta de mezcla donde las composiciones necesarias y/o aditivos opcionales del proceso se pueden combinar con la pulpa. El refinador tiene una entrada en comunicación con una salida del tanque de pulpa tratada, y una salida en comunicación con una entrada de la cubeta de mezcla. Según la forma de realización de la FIG. 1, la pulpa en la cubeta de mezcla se hace pasar desde una salida de la cubeta de mezcla a través de una comunicación a una entrada de una cubeta de alimentación, en el que también se pueden combinar aditivos opcionales con la pulpa tratada. La cubeta de mezcla y la cubeta de alimentación pueden ser de cualquier tipo convencional conocido por los expertos en la técnica. La cubeta de alimentación asegura un nivel de cabeza, es decir, una presión constante sobre la pulpa o pasta tratada a lo largo de toda la porción aguas abajo del sistema, particularmente en la caja de cabeza. Desde la cubeta de alimentación, la pulpa se pasa a un silo de agua blanca y a continuación a una bomba de paletas, y a continuación la pulpa se pasa a través de una criba. La criba puede estar calibrada, por ejemplo, a fin de permitir que el agua que contiene componentes no deseados o inutilizables de las aguas blancas (por ejemplo, finos, ceniza) pase a través de la criba al tiempo que conserva las fibras utilizables en la criba que se pueden incorporar al material fibroso suministrado a la caja de cabeza. La pulpa cribada pasa a una caja de cabeza, en el que se forma una hoja de papel húmeda sobre un hilo y se drena. La sección del hilo puede incluir un equipo, por ejemplo, que se usa convencionalmente y se puede adaptar fácilmente para su uso en métodos de la presente invención. La pulpa recogida como una malla húmeda sobre el hilo de formación se puede procesar adicionalmente, por ejemplo, tal como uno o más de drenado, prensado, secado, calandrado, u otros procesos adicionales tal como se usa normalmente en una máquina de fabricación de papel, antes de que se pueda transportar a una bobinadora, y se puede transportar adicionalmente a cualquiera de laminadoras de papel o se puede transportar a estaciones de revestimiento y conversión (no mostradas). En el sistema de la FIG. 1, la pulpa drenada resultante de la fabricación de papel en la caja de cabeza se recircula al silo de aguas blancas. Las pulpas o pastas también se pueden tratar con uno o más de otros aditivos opcionales introducidos en los puntos de adición de 1-6 o en otros lugares dentro del sistema.

Como se muestra en la FIG. 1, para el tratamiento de la pulpa, la composición enzimática y de coagulante catiónico se puede añadir antes de la caja de cabeza después de la criba, o se añade antes de la criba, o se añade antes de la bomba de paletas, o se añade antes del silo de aguas blancas, o se añade antes de la cubeta de alimentación, o se añade antes de la cubeta de mezcla, o se añade antes del primer refinador en un proceso de fabricación de papel, o cualquier combinación de estas ubicaciones de adición. Puede ser útil añadir la enzima y el coagulante catiónico, al menos en parte, lo suficientemente aguas arriba de la caja de cabeza para permitir que los componentes enzimáticos y de coagulante catiónico tengan tiempo suficiente y la oportunidad de interactuar con la pulpa sin necesidad de precalentamiento de la pulpa (por ejemplo, temperaturas calentadas de aproximadamente 40 °C o mayor) antes del tratamiento con la composición. Las temperaturas del proceso en el sistema de fabricación de papel no están limitadas, y pueden ser, por ejemplo, de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 70 °C, o de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 60 °C, o de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 35 °C, o de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 34 °C, o de aproximadamente 25 °C a 33 °C, o de aproximadamente 32 °C, aunque se pueden utilizar otras temperaturas. Como opción, las temperaturas de la pulpa tratada durante al menos sustancialmente todo el tiempo de contacto (por ejemplo, al menos aproximadamente el 90 % hasta el 100 %) de la composición enzimática y de coagulante catiónico con la pulpa en el sistema de fabricación de papel se puede mantener de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 60 °C y el tiempo de contacto puede ser de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 150 minutos u otros tiempos. Otras temperaturas y tiempos de tratamiento con respecto a la pulpa tratada con la composición enzimática y de coagulante catiónico pueden ser, por ejemplo, de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 50 °C y el tiempo de contacto puede ser de aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 100 minutos, o de aproximadamente 32 °C a aproximadamente 40 °C y el tiempo de contacto puede ser de aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 60 minutos, u otras combinaciones de temperatura y tiempo.

Una pulpa o pasta tratada con la composición que incluye tanto la enzima como el coagulante catiónico puede presentar una buena extracción de agua durante la formación de la banda de papel sobre el hilo. La pulpa o pasta también pueden presentar una alta retención deseable de finos y cargas de fibras en los productos de banda de papel. La adición de floculante, o micropartículas, o ambos, a la pulpa tratada puede conferir mejoras adicionales, por ejemplo, con respecto a la deshidratación y al comportamiento de retención. Aunque se ilustra para el procesamiento de fabricación de papel, el uso de la combinación de enzima y coagulante catiónico también se puede relacionar con su aplicación a otro material que contiene fibra celulósica para la deshidratación mejorada en tratamientos de aguas residuales y otras industrias.

Ejemplos

Ejemplo 1

- 5 Se examinaron las propiedades de drenaje y retención de las composiciones que se ejemplifican en la presente invención.

Parte experimental

- 10 Para los experimentos se usaron los siguientes materiales y protocolos.

Pasta de pulpa:

- 15 Se obtuvieron pulpas OCC refinadas y agua blanca de fabricantes de cartón de revestimiento, tal como Sonoco, Richmond, VA e International Paper, Valliant OK, como CSF 220, CSF 410, y CSF 330. Se obtuvieron pasta de papel de periódico y agua blanca del fabricante de papel Newsprint, como Catalyst, Snowflake, AZ, como CSF 50.

Productos químicos y dosis:

- 20 El coagulante catiónico utilizado para los experimentos fue una poliamina catiónica de bajo peso molecular (BUFLOC[®] 5031, Buckman Laboratories International, Inc.), y la dosis típica fue de 1,5 lb/ton (en base a los sólidos secos) para pasta OCC y 4,0 lb/ton (en base a los sólidos secos) para el papel de periódico. El floculante era una poliacrilamida (BUFLOC[®] 5511, Buckman Laboratories International, Inc.), y se utilizó a una dosis típica de 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) para los ensayos. La enzima seleccionada fue NOVOZYM[®] 51081 de Novozymes. La enzima se mezcla previamente con coagulante catiónico antes de aplicarlo a la pulpa a niveles de adición diseñados. Se indican diferentes dosis u otros aditivos incluidos en los experimentos cuando sea el caso.

Procedimiento de ensayo:

- 30 Se aplica un analizador de Mutek[™] RDF para todos los ensayos de drenaje para medir el drenaje y la turbidez. La consistencia de la pasta de ensayo era del 1,0 %. El programa de adición de compuestos químicos consistía en añadir primero coagulante catiónico y seguir con el floculante. Para simular la circulación del agua blanca, el filtrado se recogió después del ensayo y se volvió a utilizar para la siguiente muestra de ensayo. La temperatura de la muestra para todos los ensayos se controló a 32 °C.

Resultados

- 40 Las Tablas 1-3 muestran los resultados para los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje y la turbidez de la pasta OCC a diferentes niveles de adición de enzima, 5 %, 1 % y 0,2 % en peso, respectivamente. Para estos experimentos, la pasta OCC (CSF 220) se trató con la enzima (NOVOZYM[®] 51081), 1,5 lb/ton de coagulante (BUFLOC[®] 5031), y 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) de floculante (BUFLOC[®] 5511), además de incluir el 0,2 % de la enzima y también 1,0 lb/ton (en base a los sólidos secos) de micropartículas (BUFLOC[®] 5461) (sílice aniónica coloidal). Los resultados se muestran gráficamente en las Figuras 3-5, respectivamente.

Tabla 1

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
N.º	g/50 s	NTU
1 ^a	317	386
2 ^a	437	297
3 ^a	465	243
4 ^a	498	206
5 ^a	488	203
6 ^a	517	190
7 ^a	559	186

Tabla 2

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
N.º	g/50 s	NTU
1 ^a	329	376
2 ^a	449	336

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
3 ^a	485	300
4 ^a	496	252
5 ^a	518	227
6 ^a	534	212
7 ^a	541	198

Tabla 3

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
N.º	g/50 s	NTU
1 ^a	348	539
2 ^a	457	353
3 ^a	501	326
4 ^a	501	322
5 ^a	502	299
6 ^a	526	281
7 ^a	515	281
8 ^a	521	240

5 Tabla 4 muestra los resultados para los efectos de la enzima en combinación con coagulante catiónico sobre el drenaje y la turbidez de pasta de papel de periódico a un nivel de adición de la enzima del 1 % en peso. Para este experimento, papel de periódico (CSF 50) se trató con el 1 % en peso de enzima (NOVOZYM[®] 51081), 4,0 lb/ton (en base a los sólidos secos) de coagulante (BUFLOC[®] 5031), y 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) de floculante (BUFLOC[®] 5511). Los resultados se muestran gráficamente en la Figura 6.

10

Tabla 4

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
N.º	g/30 s	NTU
1 ^a	128	543
2 ^a	147	439
3 ^a	151	436
4 ^a	158	397
5 ^a	155	
6 ^a	159	396
7 ^a	163	380
8 ^a	167	368
9 ^a	173	353
10 ^a	195	319
11 ^a	195	316
12 ^a	190	324

15 La Tabla 5 muestra los resultados para los efectos de la enzima en combinación con el coagulante catiónico sobre el drenaje y la turbidez de la pasta OCC a un nivel de adición de enzima del 1 % en peso al mismo coste que el coagulante regular sin la adición de enzimas. Para este experimento, la pasta OCC (CSF 410) se trató con el 1 % en peso de enzima (NOVOZYM[®] 51081), 2,0 lb/ton (en base a los sólidos secos) de coagulante (BUFLOC[®] 5031), y 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) de floculante (BUFLOC[®] 5511). Los resultados se muestran gráficamente en la Figura 7.

Tabla 5

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
N.º	g/30 s	NTU
1 ^a	328	336
2 ^a	350	260
3 ^a	396	238

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje	Turbidez
4 ^a	418	196
5 ^a	438	192
6 ^a	418	190
7 ^a	412	175

La Tabla 6 muestra los resultados para los efectos de la enzima combinada con coagulante catiónico, y coagulante catiónico sin enzima, sobre el drenaje y la turbidez de la pasta OCC en la recirculación de agua blanca. Para este experimento, la pasta OCC (CSF 410) se trató con el 1 % en peso de enzima (NOVOZYM[®] 51081) o sin enzima, 1,5 lb/ton (en base a los sólidos secos) de coagulante (BUFLOC[®] 5031), y 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) de floculante (BUFLOC[®] 5511). Los resultados se muestran gráficamente en las Figuras 8 y 9.

Tabla 6

Recirculaciones de agua blanca	Drenaje		Turbidez	
N.º	g/30 s		NTU	
	Enzima combinada	Son enzima	Enzima combinada	Sin enzima
1 ^a	425	412	176	182
2 ^a	459	452	155	158
3 ^a	485	467	123	137
4 ^a	524	469	113	126
5 ^a	523	474	109	123
6 ^a	528	480	105	120
7 ^a	536	481	104	121

Ejemplo 2

Se examinaron las propiedades de drenaje y retención de las composiciones adicionales que se ejemplifican en la presente invención.

Parte experimental

Para los experimentos se usaron los siguientes materiales y protocolos.

Pasta de pulpa:

Se obtuvo pulpa OCC refinada de un fabricante de cartón de revestimiento, tal como Sonoco, Richmond, VA, como CSF 220.

Productos químicos y dosis:

El coagulante catiónico utilizado para los experimentos fue BUFLOC[®] 5031 (Buckman Laboratories International, Inc.), y la dosis fue de 1,5 lb/ton (en base a los sólidos secos) para la pasta OCC. El floculante fue BUFLOC[®] 5511 (Buckman Laboratories International, Inc.), y se utilizó a una dosis de 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) para los ensayos. La enzima seleccionada fue NOVOZYM[®] 51081 de Novozymes en una dosis de aproximadamente el 1 % en peso. La enzima se mezcla previamente con coagulante catiónico antes de aplicarlo a la pulpa a los niveles de adición diseñados.

Procedimiento de ensayo:

El procedimiento de ensayo usado fue similar al utilizado en el Ejemplo 1.

Resultados

La Tabla 7 muestra los resultados para los efectos de la enzima combinada con coagulante catiónico, y coagulante catiónico sin combinación de enzima, y la enzima sin combinación de coagulante catiónico, sobre el drenaje y la turbidez de pasta OCC. Los resultados se muestran gráficamente en las Figuras 10 y 11, respectivamente. Los resultados muestran que el drenaje era mayor y la turbidez fue menor para la pasta OCC tratada con la enzima combinada con coagulante catiónico en todos los tiempos de circulación en comparación con la pasta tratada con coagulante catiónico sin combinación de enzimas y pasta tratada con enzima y sin combinación de coagulante catiónico.

Tabla 7

Circulaciones	Drenaje (g/30 s)			Turbidez (NTU)		
	Solo coagulante catiónico	Solo enzima	Coagulante catiónico/Enzima	Solo coagulante catiónico	Solo enzima	Coagulante catiónico/Enzima
1	379	363	415	203	241	188
2	399	360	469	188	237	129
3	446	367	473	152	233	118
4	453	370	475	149	231	116
5	457	370	477	144	226	114
6	448	374	481	143	223	112
7	451	376	479	134	222	111
8	446	381	484	134	220	105

Ejemplo 3

- 5 Se examinaron las propiedades de drenaje y retención de las composiciones adicionales que se ejemplifican en la presente invención.

Parte experimental

- 10 Para los experimentos se usaron los siguientes materiales y protocolos.

Pasta de pulpa:

- 15 Se obtuvo pulpa OCC refinada de un fabricante de cartón de revestimiento, tal como Sonoco, Richmond, VA, como CSF 220.

Productos químicos y dosis:

- 20 Los coagulantes catiónicos utilizados para los experimentos fueron poliamina catiónica de bajo peso molecular (BUFLOC[®] 5031, Buckman Laboratories International, Inc.), poliamidoamina-glicol (BUFLOC[®] 597, Buckman Laboratories International), y poliamina catiónica de bajo peso molecular (BUFLOC[®] 5551, Buckman Laboratories International, Inc.). La dosis de coagulante era de 1,5 lb/ton (en base a los sólidos secos). El floculante era una poliacrilamida (BUFLOC[®] 5511, Buckman Laboratories International, Inc.), y se utilizó a una dosis de 0,2 lb/ton (en base a los sólidos secos) para todos los ensayos. La enzima seleccionada era NOVOZYM[®] 51081 de Novozymes.
- 25 La enzima se mezcla previamente con coagulante antes de aplicarla a la pulpa a los niveles de adición diseñados. La micropartícula utilizada fue BUFLOC[®] 5461, Buckman Laboratories International, Inc., a una dosis de 1,0 lb/ton (en base a los sólidos secos).

Procedimiento de ensayo:

- 30 Se aplicó un diseño experimental ortogonal L₉ (3⁴) para este experimento. Esta estrategia de diseño experimental se muestra, por ejemplo, en Hinkelmann, K., et al., (2008), Design and Analysis of Experiments. I and II (Second ed.), Wiley, ISBN 978-0-470-38551-7, y Ghosh, S., et al., (1996), Design and Analysis of Experiments. Handbook of Statistics, 13, North-Holland, ISBN 0-444-82061-2. Las variables e intervalos seleccionados se enumeran en la Tabla 8. Los resultados y análisis experimentales tanto para el drenaje como la turbidez se resumen en las Tablas 9-10.

- 35 Se aplica un analizador de Mutek[™] RDF para todos los ensayos de drenaje para medir el drenaje y la turbidez. La consistencia de la pasta de ensayo era del 1,0 %. El programa de adición de compuestos químicos era añadir primer coagulante y seguir con el floculante. Para simular la circulación del agua blanca, el filtrado se recogió después del ensayo y se volvió a utilizar para la siguiente muestra de ensayo. La temperatura de la muestra para el ensayo se controló como se ha indicado.

Tabla 8. Variables y niveles

Variables y niveles	I	II	III
Contenido de enzima en el coagulante,% en peso	5	10	15
Tiempo de contacto, min	0	20	40
Temperatura, °C	20	40	60
Tipo de coagulante	BUFLOC [®] 5031	BUFLOC [®] 597	BUFLOC [®] 5551

Tabla 9. Diseño y análisis experimental para el drenaje

N.º Factor	Contenido de enzima (% en peso)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Coagulante	Drenaje (g/50 s)
1	I	I	I	I	296
2	I	II	II	II	323
3	I	III	III	III	387
4	II	I	II	III	319
5	II	II	III	I	382
6	II	III	I	II	299
7	III	I	III	II	352
8	III	II	I	III	307
9	III	III	II	I	357
K ₁	1006	967	902	1035	
K ₂	1000	1012	999	974	
K ₃	1016	1043	1121	1013	
k ₁	335,3	322,3	300,7	345,0	
k ₂	333,3	337,3	333,0	324,7	
k ₃	338,7	347,7	373,7	337,7	
R	5,3	25,3	73,0	20,3	

El análisis estadístico del diseño experimental ortogonal estaba dirigido a aclarar los niveles de significación de la influencia de todos los factores del proceso sobre el rendimiento de drenaje. El K_i era la suma de drenaje a nivel de (i). El valor k_i para cada nivel de un parámetro fue el promedio de los cuatro valores que se muestran en la Tabla 9, y el valor de rango (R) para cada factor fue la diferencia entre el valor máximo y mínimo de los tres niveles. En base a los resultados del análisis de rango, la importancia de las contribuciones de los factores estudiados al drenaje se clasificaron por tanto de la siguiente manera: Temperatura > Tiempo > Tipo de coagulante > Dosis de enzimas. El análisis similar para la turbidez se muestra en la Tabla 10. El tiempo y la temperatura mostraron un impacto similar sobre la turbidez, que son los factores más importantes para la turbidez. El tipo de enzima y la dosificación mostraron un impacto menos importante.

Tabla 10. Diseño y análisis experimentales para la turbidez

N.º Factor	Contenido de enzima (% en peso)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Coagulante	Drenaje (g/50 s)
1	I	I	I	I	483
2	I	II	II	II	481
3	I	III	III	III	466
4	II	I	II	III	409
5	II	II	III	I	524
6	II	III	I	II	539
7	III	I	III	II	436
8	III	II	I	III	492
9	III	III	II	I	464
K ₁	1430	1328	1514	1471	
K ₂	1472	1497	1354	1456	
K ₃	1392	1469	1426	1367	
k ₁	476,7	442,7	504,7	490,3	
k ₂	490,7	499,0	451,3	485,3	
k ₃	464,0	489,7	475,3	455,7	
R	26,7	56,3	53,3	34,7	

Con respecto al efecto sobre el drenaje, en base al análisis de rango, la significancia de todas las variables seleccionadas se podía puntuar en importancia, de más a menos importante, de la siguiente manera: a)

temperatura; b) tiempo de contacto y tipo de coagulante; c) nivel de contenido de la enzima en el coagulante. Dentro del rango experimental utilizado, un contenido creciente de enzima del 5 % al 10 % en peso, y hasta el 15 % en peso, combinado en coagulante catiónico no mostró efectos significativos en el drenaje logrado en el contenido inferior de enzima, como se muestra en la Figura 12. Un mayor tiempo de contacto normalmente mejora el drenaje, como muestra la Figura 13. La temperatura afecta al drenaje de la pasta, como se muestra en la Figura 14. Sin embargo, hay que señalar que la contribución de la temperatura al drenaje no se atribuye completamente a la enzima activa, puesto que se cree que una temperatura más alta tiene un efecto sobre la fluidez de la pulpa y el agua de manera que acelera el drenaje como se muestra en la Figura 16 en el caso sin enzima añadida. El contenido de enzima en la combinación de coagulante/enzima se basa en el total de sólidos de coagulante y enzima, lo que significa que el aumento de contenido de enzima produce la reducción en el contenido de coagulante. Puesto que la adición de la enzima en este experimento oscilaba del 5 al 15 % sobre el total de sólidos en la combinación de coagulante/enzima, el porcentaje de coagulante en la combinación oscilaba del 95 al 85 %. El resultado reveló que la enzima actuaba mejorando el drenaje únicamente cuando se podía utilizar suficiente cantidad de coagulante. A ciertas dosis de coagulante, una mayor relación de enzima en combinación dio lugar a una menor cantidad de coagulante añadido en la pasta de pulpa, y dio como resultado un menor drenaje. Para los experimentos mostrados en la Figura 16, solamente se analizaron algunas pulpas con uno o el otro coagulante catiónico indicado (es decir, BUFLOC® 5031 o BUFLOC® 5551), pero no la enzima, y otras pulpas se trataron con una enzima combinada y un coagulante catiónico (BUFLOC® 5031). Además, la selección de coagulante catiónico para la combinación con la enzima demostró algún efecto sobre los resultados de drenaje, como se indica en la Figura 15. Entre los coagulantes analizados, BUFLOC® 5031 mostró la mejor eficacia con la enzima sobre el drenaje, y los efectos sobre el drenaje observados con pulpas tratadas con BUFLOC® 5551 y BUFLOC® 597 también se consideran beneficiosos.

Con respecto a los efectos sobre la turbidez, la turbidez se puede utilizar para la aproximación del comportamiento de retención. Los resultados se resumen en la Tabla 10 y se representan en las FIGS. 17-20. Tanto el tiempo como la temperatura muestran un efecto significativo sobre la turbidez, pero bastante diferente del efecto sobre el drenaje. La extensión del tiempo de contacto de la enzima con fibras celulósicas aumenta el drenaje pero también aumenta la turbidez, como muestra la FIG. 18. En general, una temperatura más alta podría reducir la turbidez, que implica una mejora en la retención, como se muestra en la FIG. 19. La selección del coagulante catiónico también mostró efectos sobre los resultados de la turbidez. Las pulpas tratadas con BUFLOC® 5551 presentaban la turbidez más baja cuando se combinan con la enzima, y los efectos sobre la turbidez observados con pulpas tratadas con BUFLOC® 5031 y BUFLOC® 597 también se consideran beneficiosos. El contenido de enzima parece ser un factor menos importante sobre la turbidez en comparación con otros mencionados, como muestra la FIG. 17.

Con respecto a la simulación de recirculación de agua blanca y el impacto sobre el efecto de la enzima, se ha realizado una simulación preliminar de circulación de agua blanca para investigar el efecto de la enzima sobre la circulación de agua blanca. Los resultados se muestran en la FIG. 21. Se observó un aumento aparente en el drenaje cuando se realizan en forma de una serie de pruebas usando agua circulada. Estos resultados indican que extender el tiempo de contacto de la enzima con las fibras es una solución eficiente y factible, que podría superar el obstáculo de aplicar la enzima como coagulante regular. Aunque no se desea estar ligado a una teoría particular, se cree que la recirculación de agua blanca puede permitir obtener más plenamente el tiempo añadido para mejoras en el rendimiento por la composición enzimática y de coagulante catiónico, y puede mostrar el beneficio de añadir la composición más adelante en el proceso.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de papel o cartón que comprende:

- 5 a) aplicar una composición que comprende enzima y coagulante catiónico a una pulpa de fabricación de papel para formar una pulpa tratada, en el que dicha composición se añade después de un silo de aguas blancas y antes de al menos una de una caja de cabeza, una criba, o una bomba de paletas; y
- b) formar la pulpa tratada en papel o cartón;

10 en el que la temperatura de la pulpa tratada durante al menos sustancialmente todo el tiempo de contacto de la composición con la pulpa se mantiene entre aproximadamente 30 °C y aproximadamente 60 °C y el tiempo de contacto es de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 150 minutos.

15 2. El método de la reivindicación 1, en el que la pulpa se mantiene a una temperatura o temperaturas por debajo de aproximadamente 40 °C antes de la aplicación de la composición a la pulpa.

20 3. El método de la reivindicación 1, en el que la composición comprende de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 99 % en peso de enzima y de aproximadamente el 99 % en peso a aproximadamente el 1 % en peso de coagulante catiónico, en base al peso de sólidos secos.

4. El método de la reivindicación 1, en el que la enzima es una enzima celulítica.

25 5. El método de la reivindicación 1, en el que la enzima es celulasa, hemicelulasa, pectinasa, β -glucanasas, CMCase, amilasa, glucosidasa, galactosidasa, lipasa, proteasa, lacasa, o cualquiera de sus combinaciones.

6. El método de la reivindicación 1, en el que la enzima es endoglucanasa.

7. El método de la reivindicación 1, en el que el coagulante catiónico es un coagulante polimérico orgánico catiónico.

30 8. El método de la reivindicación 1, en el que el coagulante catiónico es una poliamina, poliacrilamida, poliamidoamina-glicol, polivinilamina, polietilenimina, cloruro de polidialildimetilamonio, poliacrilamida catiónica glioxalada, almidón catiónico o cualquiera de sus combinaciones.

35 9. El método de la reivindicación 1, en el que el coagulante catiónico es una poliamina, poliamidoamina-glicol, polivinilamina, polietilenimina o cualquiera de sus combinaciones.

10. El método de la reivindicación 1, en el que el coagulante catiónico es un coagulante catiónico inorgánico.

40 11. El método de la reivindicación 1, en el que el coagulante catiónico es cloruro de polialuminio, sulfato de aluminio, partículas minerales de alúmina dispersables en agua, cloruro de aluminio, cloruro férrico, sulfato férrico, sulfato de polialuminio, silicato de sulfato de polialuminio, partículas minerales de alúmina catiónica, un sol de sílice catiónico coloidal, clorhidrato de aluminio o cualquiera de sus combinaciones.

45 12. El método de la reivindicación 1, en el que la composición se añade a la pulpa en una cantidad de al menos aproximadamente 0,5 libras por tonelada en base al peso de sólidos secos de la pulpa.

13. El método de la reivindicación 1, que comprende además la aplicación de un floculante a la pulpa después de aplicar la composición a la pulpa y antes de la formación del papel.

50 14. El método de la reivindicación 13, en el que el floculante se añade a la pulpa en una cantidad de al menos aproximadamente 0,01 libras por tonelada en base a los pesos de sólidos secos de la pulpa.

55 15. El método de la reivindicación 1, en el que el drenaje (g/50 s) es al menos aproximadamente un 5 % mayor que el tratamiento de la pulpa sin la enzima.

16. El método de la reivindicación 1, en el que la turbidez (NTU) es al menos aproximadamente un 5 % menor que el tratamiento de la pulpa sin la enzima.

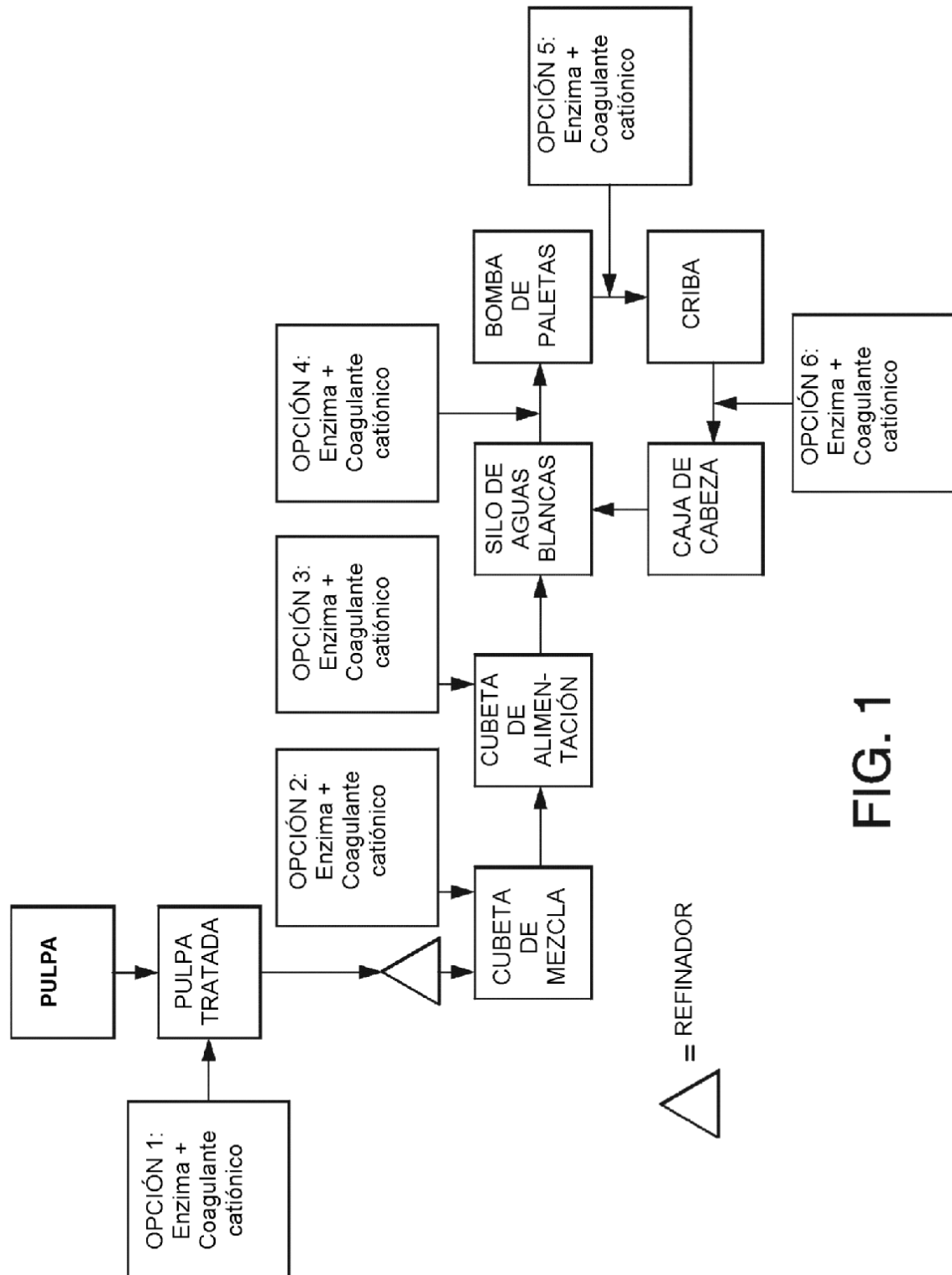


FIG. 1

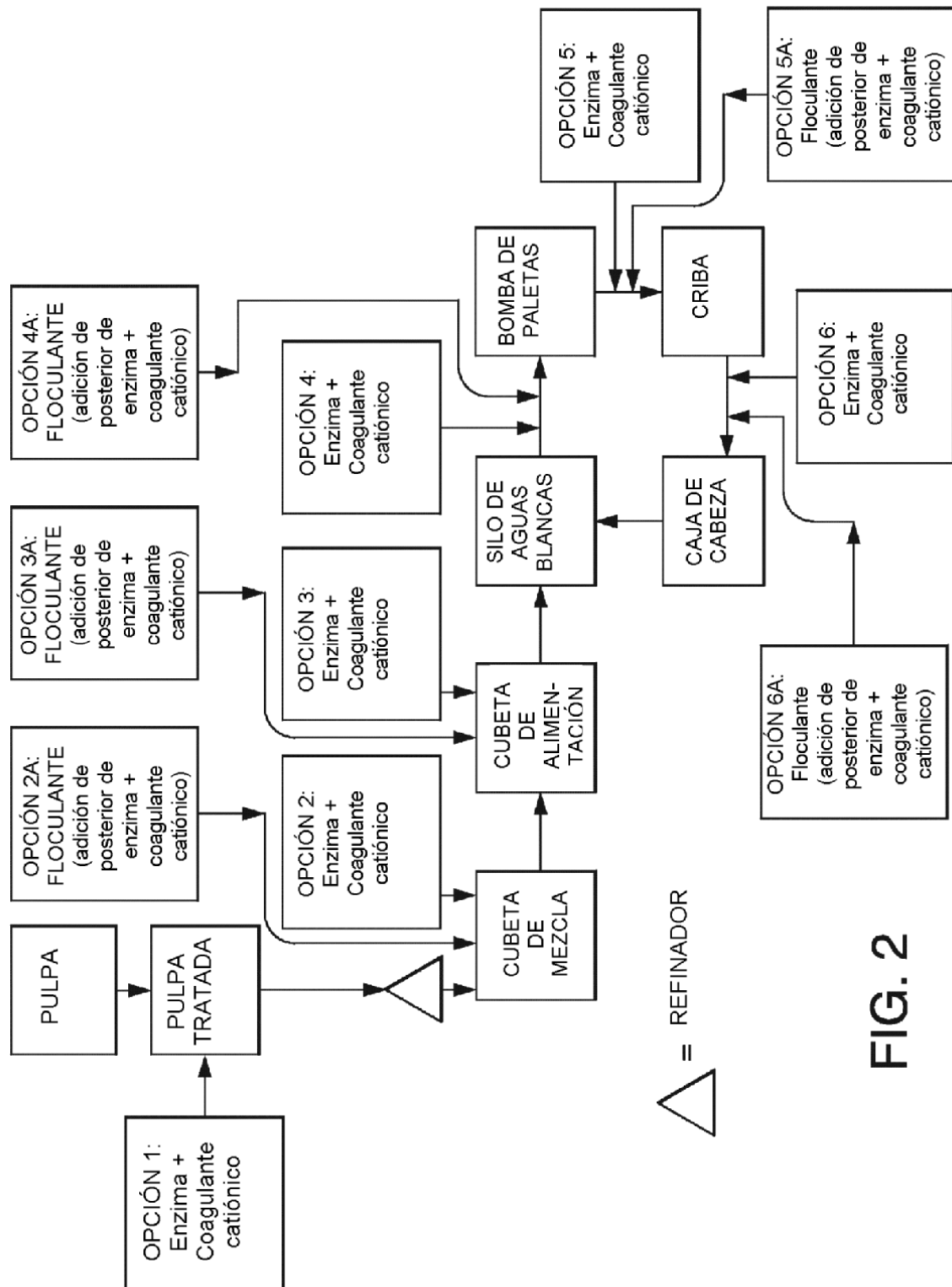


FIG. 2

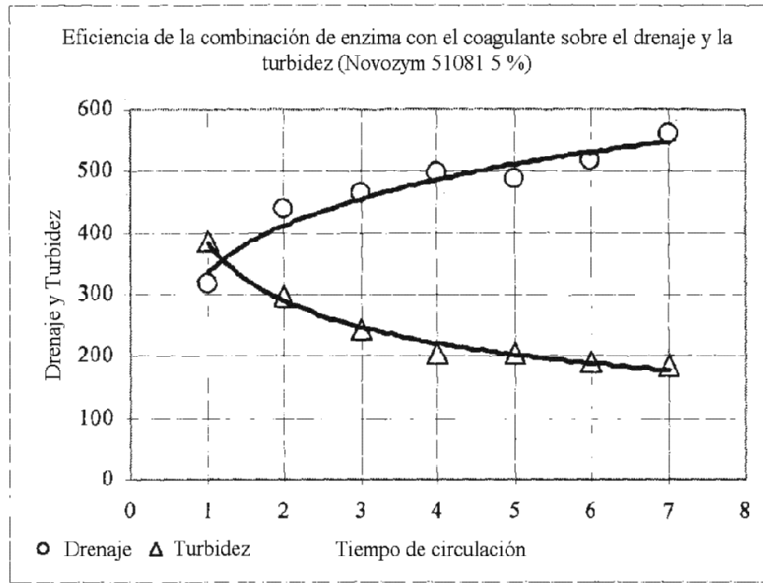


FIG. 3

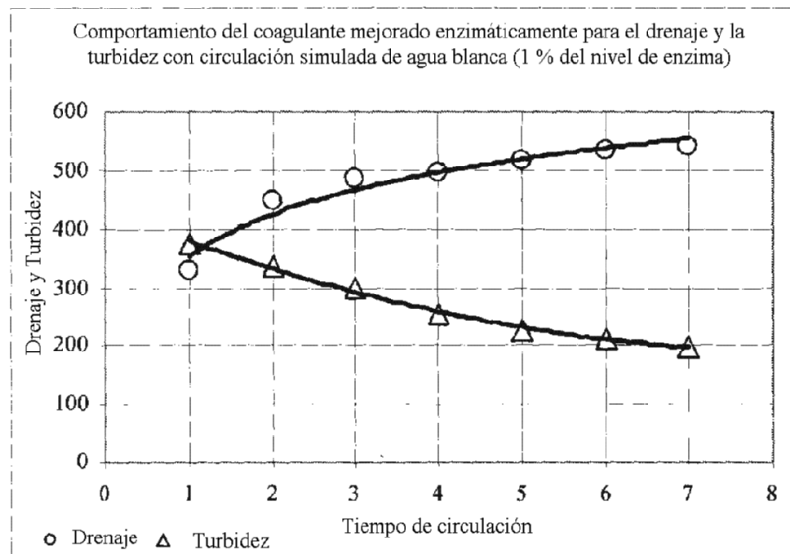


FIG. 4

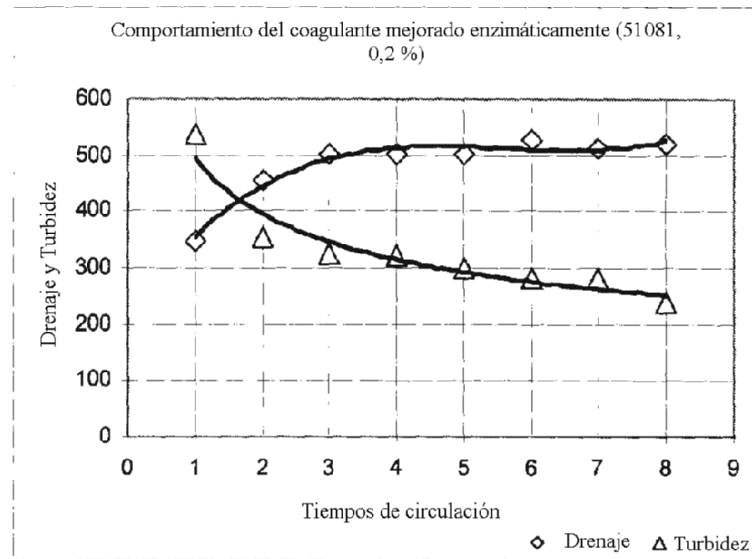


FIG. 5

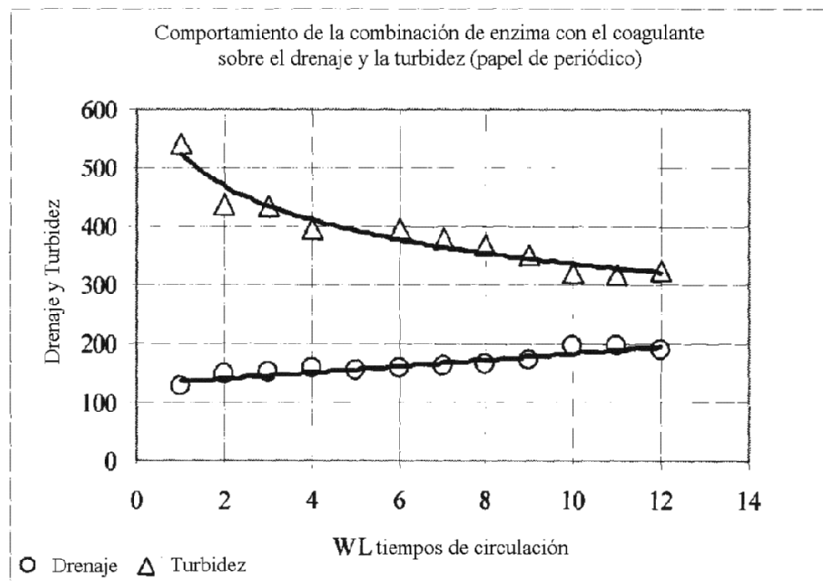


FIG. 6

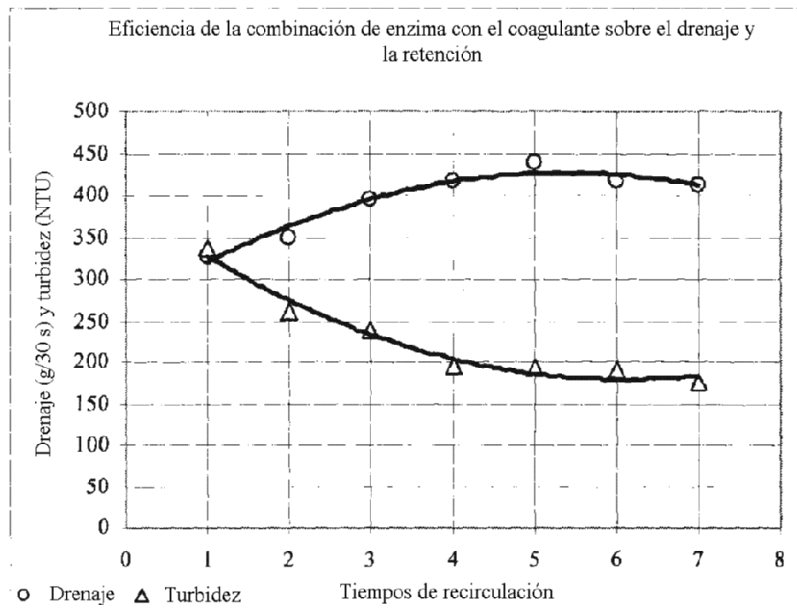


FIG. 7

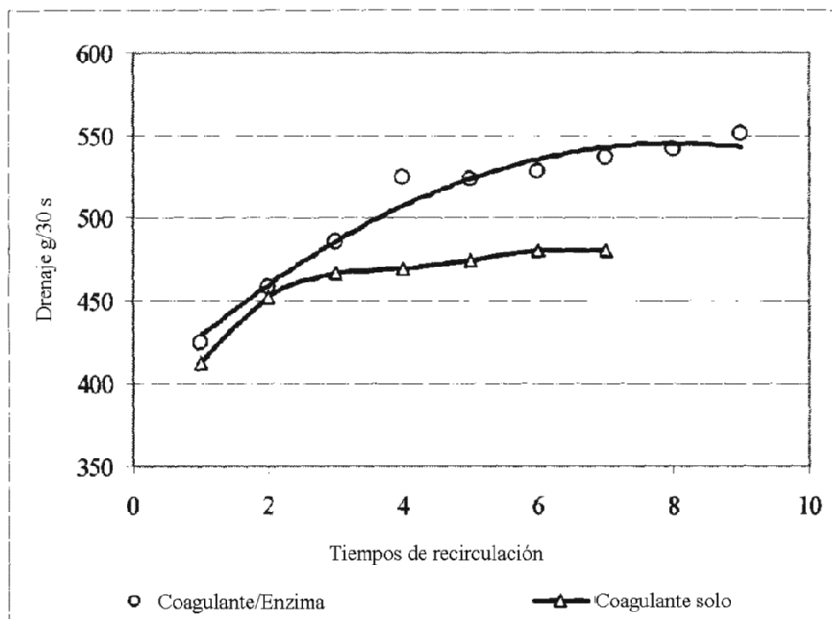


FIG. 8

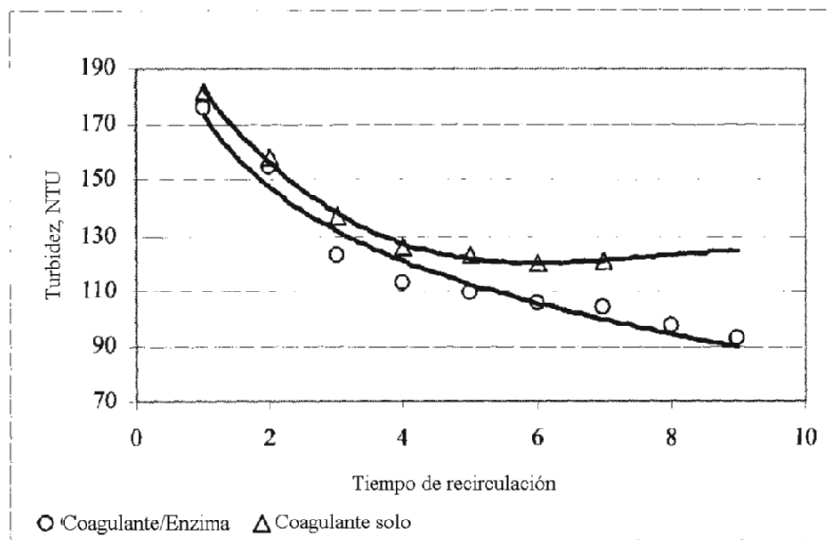


FIG. 9

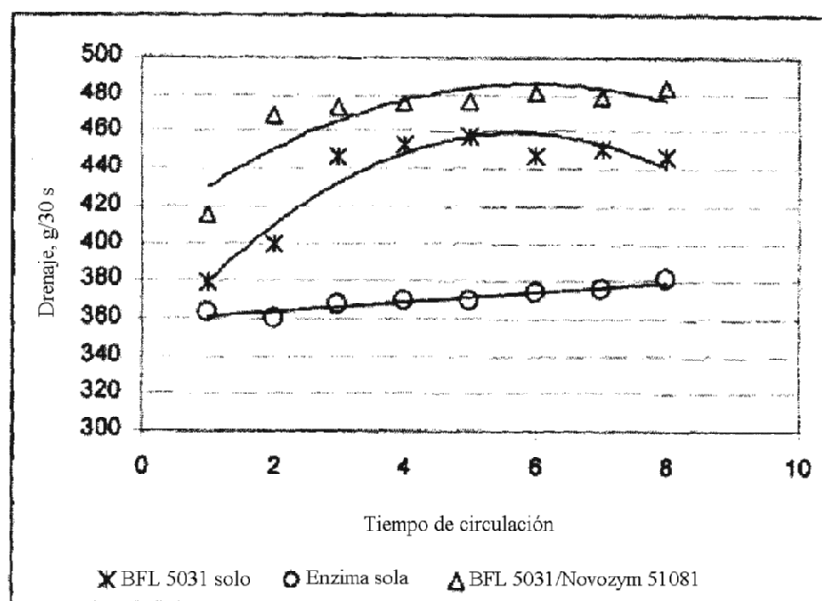


FIG. 10

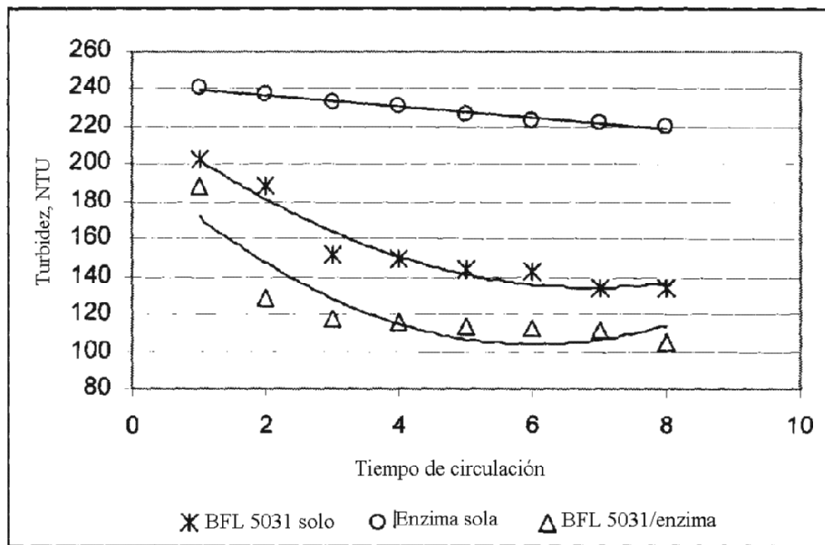


FIG. 11

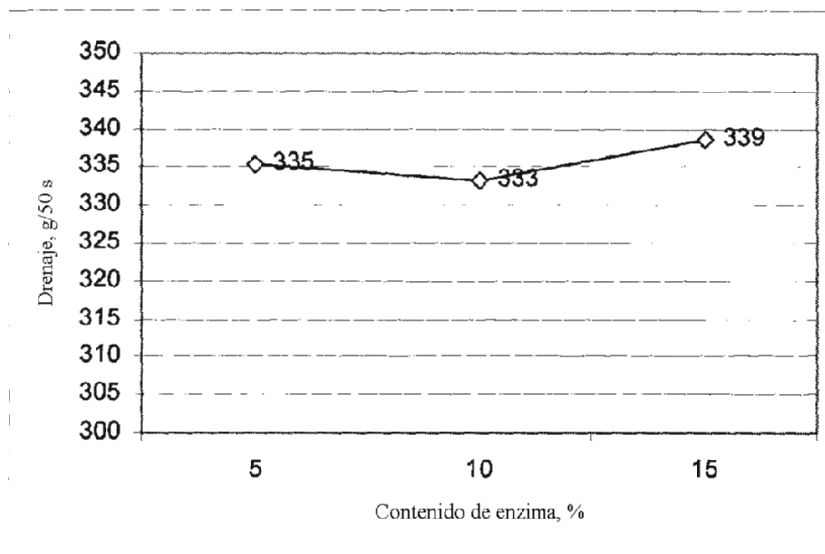


FIG. 12

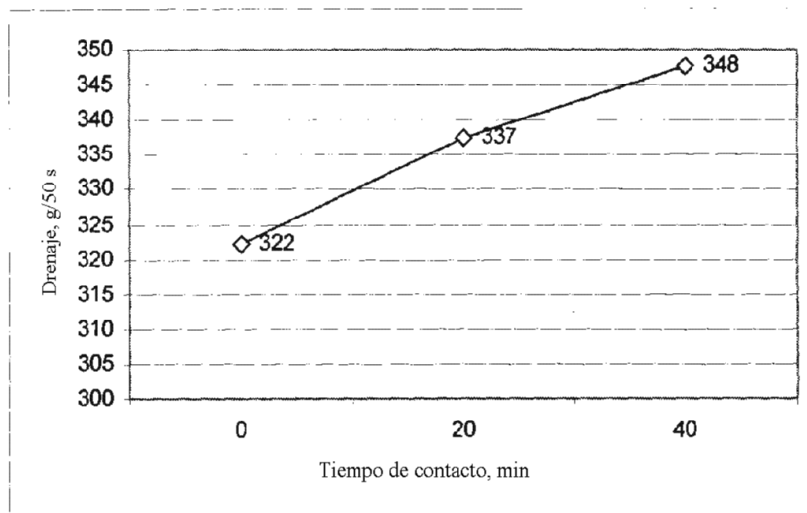


FIG. 13

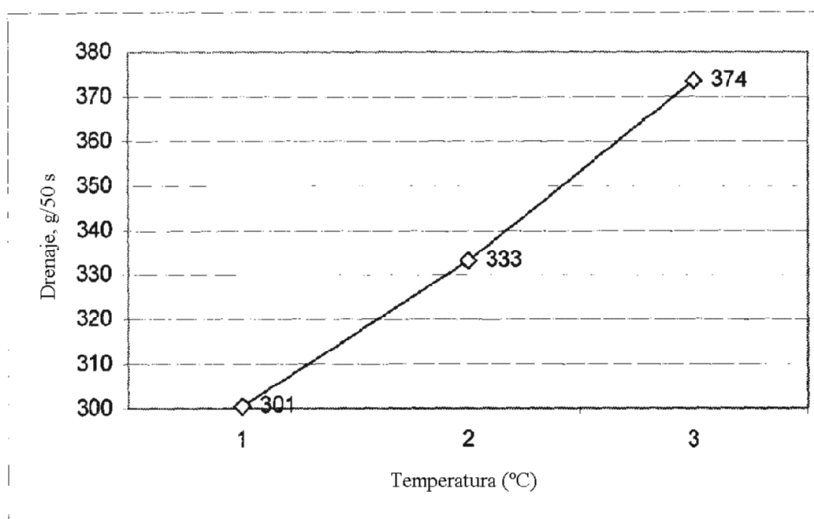


FIG. 14

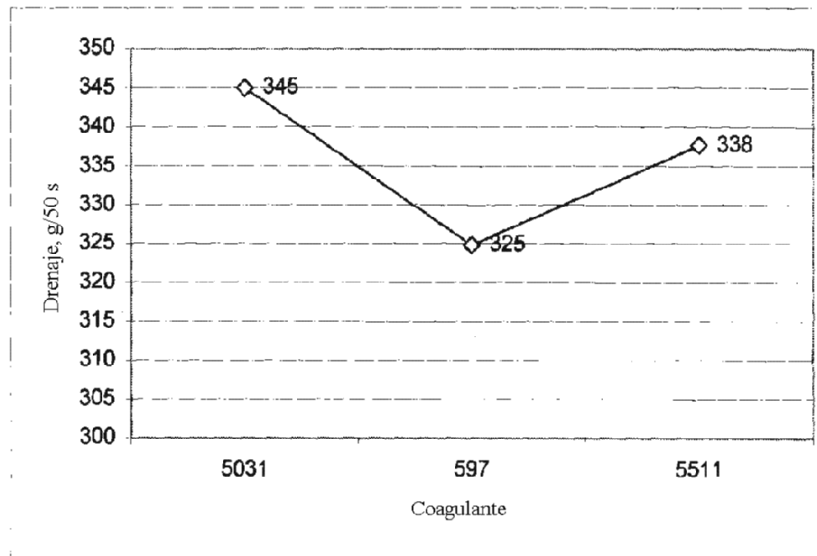


FIG. 15

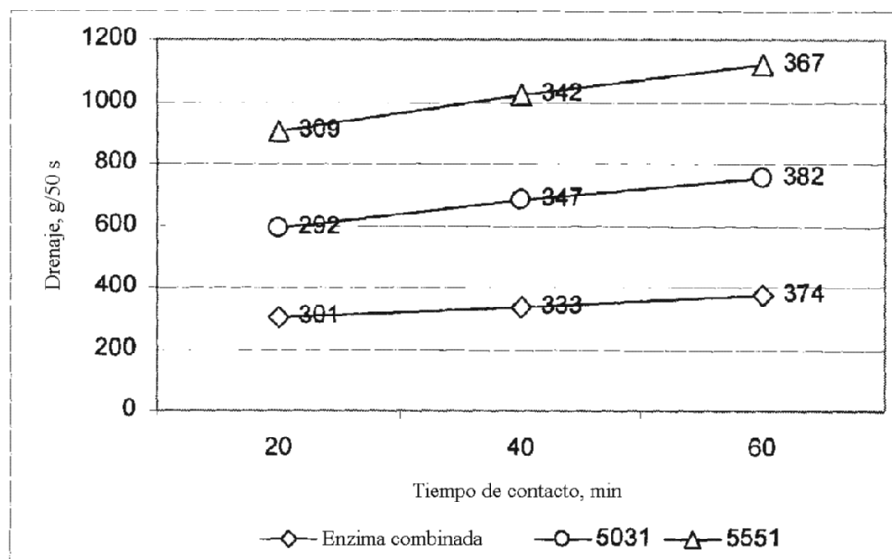


FIG. 16

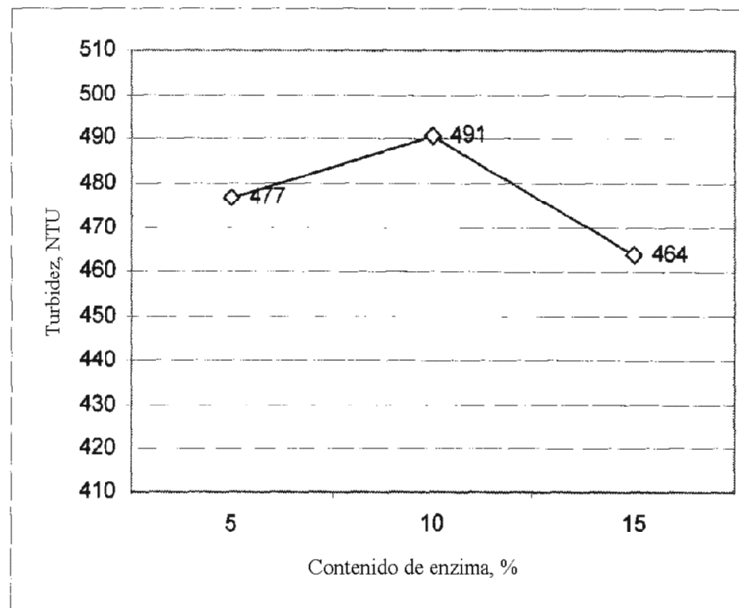


FIG. 17

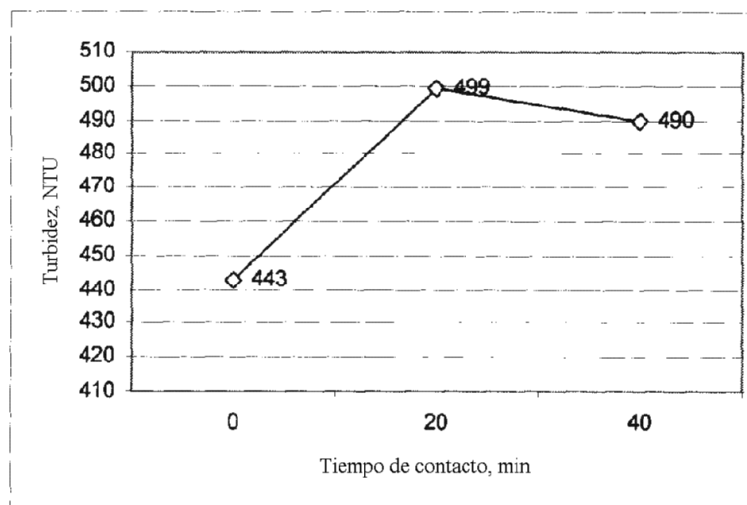


FIG. 18

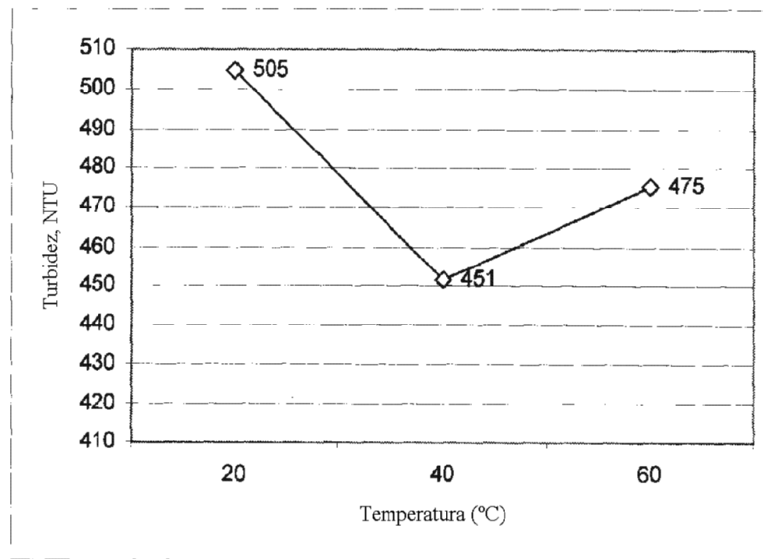


FIG. 19

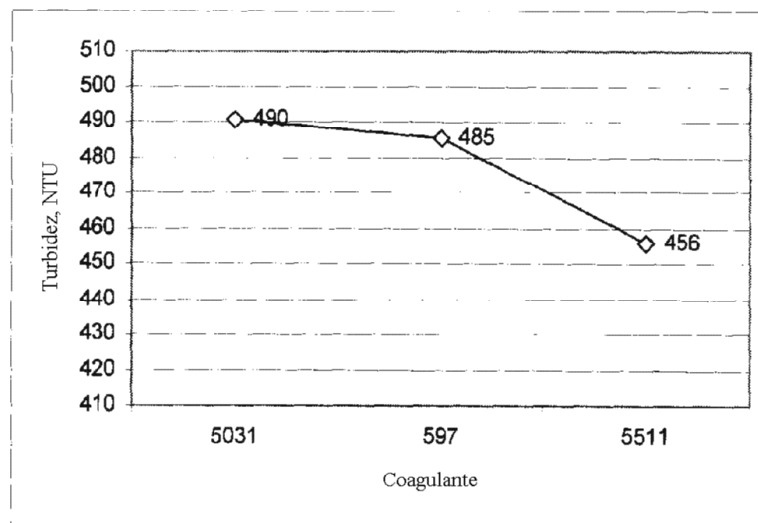


FIG. 20

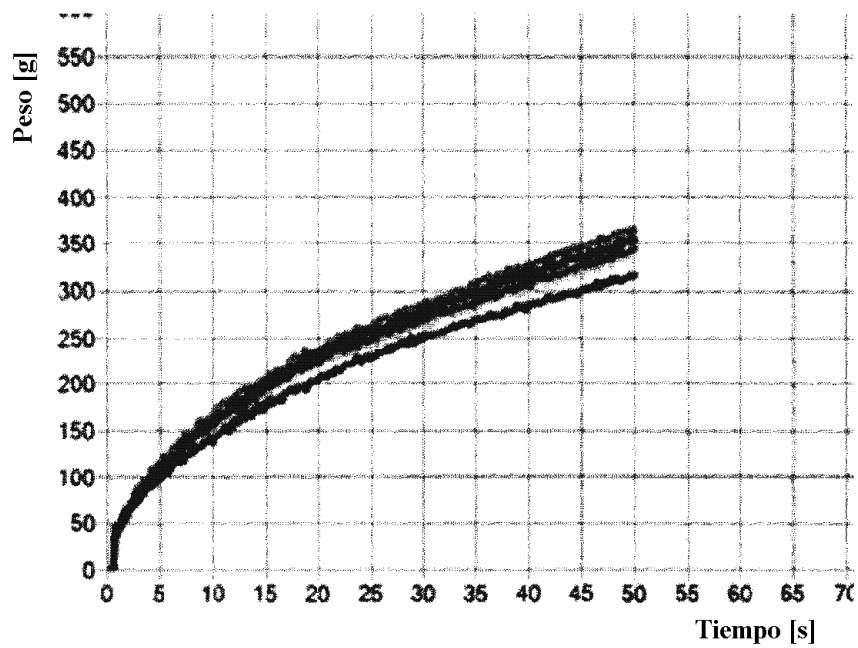


FIG. 21