



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 372 581**

51 Int. Cl.:  
**D21H 17/01** (2006.01)  
**D21H 21/16** (2006.01)

12

# TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02794030 .3**  
96 Fecha de presentación : **26.11.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1454014**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2004**

54 Título: **Proceso de fabricación de papel mediante lodo tratado con enzimas y productos asociados.**

30 Prioridad: **29.11.2001 US 996516**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.01.2012**

73 Titular/es: **BUCKMAN LABORATORIES  
INTERNATIONAL, Inc.  
1256 North McLean Boulevard  
Memphis, Tennessee 38108-0305, US**

72 Inventor/es: **Hill, Walter, B., Jr.;  
Hart, Brian, G.;  
Lott, Lowell, F.;  
Turnbull, Robert, J.;  
Fitzhenry, James, W.;  
Glover, Daniel, E. y  
Hoekstra, Philip, M.**

74 Agente: **Plaza Fernández-Villa, Luis**

ES 2 372 581 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Proceso de fabricación de papel mediante lodo tratado con enzimas y productos asociados.

**5 Antecedentes de la invención**

La invención hace referencia a procesos de fabricación de papel y a los productos resultantes de esos procesos. Más en concreto, la invención hace referencia a procesos de fabricación de papel en los que el lodo que se produce en el proceso de fabricación de papel se recicla en el propio proceso.

10 La fabricación de papel implica mezclar, en agua, un material pastoso (generalmente fibra de madera) con rellenos, como arcilla, y otros aditivos, para formar una mezcla de lodo pastoso a la que en adelante se denomina pasta. Después la pasta se procesa en una máquina de fabricación de papel y se transforma en una hoja. Luego se extrae el agua de la hoja, que se prensa y seca, transformándose así en el producto final, papel. El agua extraída contiene cierta cantidad de  
15 materiales fibrosos y de relleno. Este material se recoge para procesarlo posteriormente; sin embargo, normalmente la recuperación no es completa. Generalmente el material desechado y el no recogido para su reutilización se transportan a una planta de tratamiento de residuos, donde se separan los sólidos que todavía quedan, p. ej., los materiales fibrosos y de relleno. El agua así limpiada se devuelve a la naturaleza o se reintroduce en el proceso de fabricación de papel para su reutilización. Una vez separados del agua, los sólidos quedan reunidos en un concentrado de lodo papelerero,  
20 que contiene aproximadamente un 40%-60% de materia sólida. Los principales elementos que componen este lodo son fibras y material arcilloso de relleno. Lo normal es que este lodo se deseché, enterrándolo en vertederos, vertiéndolo sobre el terreno o incinerándolo. Algunos procesos de fabricación de papel reciclan el lodo resultante del proceso, sin embargo, se ha comprobado que esto afecta negativamente al encolado del papel y provoca una reversión de encolado.

25 En la fabricación de papel, “encolado” significa la capacidad que tienen el papel o el cartón para resistir la adsorción de agua, la penetración de agua, o ambas cosas. “Encolado” también hace referencia a los materiales de encolado, las mezclas de encolado y los aditivos de encolado, como una emulsión de encolado de anhídrido alquénil-succínico (AAS). Cuando se pierde encolado en un proceso de fabricación de papel, o en el momento de almacenamiento, impresión, procesamiento o conversión, la pérdida se denomina “reversión de encolado”.

30 Puede darse reversión de encolado sin que haya pérdida de agente encolante. En algunos procesos, los materiales extraíbles del producto favorecen la pérdida de encolado. En los procesos en que se añade de nuevo lodo papelerero al proceso de fabricación de papel, pueden perderse importantes proporciones de encolante y se produce entonces un aumento de la reversión de encolado.

35 La adición de distintos aditivos y determinadas condiciones de procesamiento pueden afectar negativamente al encolado y aumentar la reversión de encolado. La adición de lodo reciclado en el proceso de fabricación de papel suele introducir estos aditivos o condiciones.

40 Se necesita un proceso de fabricación de papel, en particular un proceso en el que el lodo papelerero se recicle en el proceso, que minimice la pérdida de encolante en el papel resultante o producto de cartón, y minimice la reversión de encolado.

45 La patente US 4, 410, 573 revela información sobre la fabricación de tablas mediante material fibroso y lodo activado, pero no revela información sobre los procesos de fabricación de papel.

**Resumen de la invención**

50 La invención propone un método para fabricar papel o cartón que implica combinar por lo menos una composición enzimática con por lo menos un lodo papelerero, para formar un lodo tratado con enzimas, y posteriormente, combinar un lodo tratado con enzimas con una pasta de papel. Esta composición enzimática tiene al menos actividad lipolítica y actividad celulolítica, y lo preferible es que tenga actividad celulolítica y actividad hemicelulolítica. El lodo tratado con  
55 enzimas puede añadirse en cualquiera de los diversos puntos de adición del sistema de fabricación de papel, también en la caja de entrada o antes de la caja de entrada del sistema. La pasta o pulpa resultante, que incluye el lodo tratado con enzimas, adquiere a continuación la forma de hoja de pulpa, a partir de la cual se produce el producto de papel o cartón. Preferiblemente, el producto de papel o cartón resultante tiene un mejor encolado, una mejor retención de encolado y una resistencia mejorada a la reversión de encolado.

60 La invención propone también un sistema de fabricación de papel para realizar los métodos descritos arriba, productos de papel y cartón realizados de acuerdo con los métodos y/o con el sistema, y aditivos de lodo tratado con enzimas para procesos de fabricación de papel.

65 Debe entenderse que tanto la anterior descripción general como la siguiente descripción detallada son ejemplos exclusivamente explicativos y su única finalidad es explicar mejor la invención, según lo reivindicado. Los dibujos incluidos, que quedan incorporados como parte de esta solicitud, ilustran diversas configuraciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un gráfico que muestra el efecto que un lodo tratado con enzimas tiene en el encolado de un producto de papel fabricado siguiendo un proceso que este de acuerdo con una configuración de la invención;

La Figura 2 es un gráfico que muestra el efecto que tiene un lodo tratado con enzimas en el encolado de un producto de papel fabricado siguiendo un proceso acorde con una configuración de la invención;

La Fig. 3 es un gráfico que muestra el porcentaje en que aumenta el encolado de un producto de papel fabricado siguiendo un proceso acorde con una configuración de la invención, en el que el lodo papelerero tratado con lipasas se incorpora a una pasta de papel utilizada en la elaboración del producto; y

La Fig. 4 es un gráfico que muestra el porcentaje en que aumenta el encolado de un producto de papel fabricado siguiendo un proceso acorde con una configuración de la invención, en el que el lodo papelerero tratado con lipasas se incorpora a una pasta de papel utilizada en la elaboración del producto.

### Descripción detallada de la invención

La invención propone métodos de fabricación de papel o cartón. De acuerdo con la invención, por lo menos una composición enzimática se combina con por lo menos un lodo papelerero para formar un lodo papelerero tratado con enzimas. En este documento, el lodo tratado se denomina un “lodo tratado con enzimas”. Posteriormente el lodo tratado con enzimas se añade a la pasta de papel en un sistema de fabricación de papel. En este documento, la expresión “pasta de papel” hace referencia a pastas de fabricación de papel, pulpas de fabricación de papel y componentes fibrosos de fabricación de papel. Preferiblemente el lodo tratado con enzimas se vuelve a añadir a un sistema o se recicla en un sistema de fabricación de papel a partir del cual se produjo el lodo. La pasta resultante con lodo tratado con enzimas, independientemente de que el lodo papelerero que se va a tratar haya sido generado en el mismo proceso en que se añade el lodo tratado con enzimas, o en un proceso diferente, se transforma en un producto de papel o cartón conforme con la invención. Los productos de papel y cartón conformes con la invención se caracterizan preferiblemente por un encolado, una retención de encolado y una resistencia a la reversión de encolado excelentes. El método de la presente invención puede ponerse en práctica en máquinas convencionales de fabricación de papel, con modificaciones que pueden realizarse teniendo presente esta descripción.

La invención también hace referencia a un lodo tratado con enzimas que se utiliza como aditivo en un proceso de fabricación de papel y que, preferiblemente, mejora el encolado, la retención de encolado y la resistencia a la reversión de encolado en un producto de papel o cartón fabricado de acuerdo con un proceso de la invención que utiliza lodo tratado con enzimas. La invención hace también referencia a métodos para elaborar dicho lodo tratado con enzimas.

Los métodos de la presente invención pueden utilizar, y los productos de la presente invención pueden contener, muchos tipos diferentes de pasta de papel o combinaciones de esta. Por ejemplo, la pasta puede contener pasta virgen y/o reciclada, como pasta virgen al sulfito, desechos de pasta, pasta kraft de maderas duras, pasta kraft de coníferas, mezclas de estas pastas, y elementos parecidos. La adición de un lodo tratado con enzimas de acuerdo con la invención es particularmente adecuada para su uso con pastas para papel liner, en las que el encolado suele tener mayor importancia que en muchos otros productos de papel o cartón.

De acuerdo con la invención, se añade a la pasta de papel por lo menos un agente encolante para mejorar el encolado en un producto de papel o cartón hecho de pasta. A fin de mejorar el encolado, reteniendo encolante en el producto de papel o cartón acabado, y/o mejorar la resistencia a la reversión de encolado, se añade a la pasta lodo tratado con enzimas de acuerdo con la invención.

A título enunciativo pero no limitativo, entre los encolantes que pueden añadirse a la pasta de papel se incluyen los aditivos de encolado convencionales. Se prefieren especialmente las emulsiones de encolado ASA, y pueden incluirse las emulsiones descritas, por ejemplo, en la Patente US nº 5.962.555. Otro ejemplo de agente encolante que puede utilizarse es el dímero de alquil ceteno (encolante AKD) y otros parecidos. El aditivo encolante puede contener otros ingredientes aparte del encolante, como, por ejemplo, surfactantes.

Para encolar papel mediante una emulsión encolante ASA, la emulsión ha de añadirse preferiblemente antes de la fase de formación de la hoja de papel en el proceso de fabricación de papel. La emulsión de encolado puede añadirse incluso en una fase tan tardía del proceso de fabricación de papel como es la de la pasta espesa, pero preferiblemente se añade justo antes de la caja de entrada de la máquina de papel. Como sabe un conocedor de la técnica, debe añadirse una emulsión de encolado de tal manera que asegure la adecuada distribución sobre las fibras. Para asegurar esta adecuada distribución, la emulsión de encolado puede diluirse preferiblemente en una proporción de aproximadamente un 1% a aproximadamente un 3% de elementos sólidos, según el peso seco del material sólido de la emulsión, y luego añadirse antes de las pantallas o la bomba de cabeza de máquina, justo antes de que el lodo de pasta entre en la caja de entrada. Pueden utilizarse otras proporciones. Esta dilución, seguida de una dispersión efectuada por las pantallas y/o bomba de cabeza de máquina, facilita la distribución de la emulsión de encolado a fin de lograr una distribución uniforme de las fibras.

En la patente US n° 5.962.555 se describen otros aditivos, ejemplos de productos químicos de encolado, proporciones de aditivos de encolado, ingredientes de aditivos de encolado, reacciones del encolado con la celulosa y métodos para añadir aditivos de encolado, adecuados para fabricar una pasta encolada para fabricación de papel de acuerdo con la invención.

5

De acuerdo con la invención, se añade un lodo tratado con enzimas a una pasta encolada de fabricación de papel para mejorar o el encolado, o la retención de encolante, y la resistencia a la reversión de encolado. El lodo tratado con enzimas consta en esencia, preferiblemente, de lodo papelerero y de una composición enzimática. Según una disposición de la invención, el lodo tratado con enzimas puede contener de aproximadamente un 50% a aproximadamente un 99% en peso de lodo papelerero, y aproximadamente de un 1% en peso a un 50% en peso de composición enzimática, según el peso seco del material sólido del lodo papelerero y la composición enzimática. El lodo papelerero que se trata para formar el lodo tratado con enzimas de la invención puede ser uno de los diversos lodos que se producen en el proceso de fabricación de papel. El lodo puede incluir, exclusivamente a título de ejemplo, composiciones que contengan uno o más tipos de fibras de uno o más tipos de madera. El lodo puede contener fibras de una o más longitudes, incluidos finos. Otras sustancias que pueden estar incluidas en los lodos de fabricación de papel según se definen en este documento son, a título enunciativo pero no limitativo, encolantes ASA, agentes de encolado hidrolizados, polímeros utilizados como aglutinantes y/o coagulantes de la pasta o lodo, polímeros utilizados para favorecer la retención, *stickies*, colas, tintas, rellenos, otras impurezas procedentes del papel reciclado, antiespumantes, surfactantes.

Diversos lodos de fabricación de papel, métodos para recuperar lodos de fabricación de papel y métodos de reciclaje de lodos de fabricación de papel se describen, por ejemplo, en las patentes US números 6.120.648, 5.762.756, 5.527.432, 5.240.565 y 4.356.060. De acuerdo con una disposición de la invención, se toma el lodo del silo de aguas blancas de un sistema de fabricación de papel en un clarificador con ayuda de un solo polímero o de dos copolímeros. El agua se reutiliza en toda la fábrica papelerera, mientras que el lodo se añade al púlper en proporciones que varían aproximadamente entre 5 libras y unas 200 libras por tonelada (0,25% a 10%) de la pasta de papel, según el peso seco de los materiales sólidos del lodo y la pasta, y más preferiblemente, entre 20 libras por tonelada y unas 100 libras por tonelada (1% a 5%). La composición enzimática utilizada para tratar el lodo puede contener cualquier enzima activa de tratamiento de pasta de papel convencional, pero preferiblemente contiene una que tenga actividad celulolítica, como la celulasa. Puede haber otros elementos, siempre que no afecten negativamente a la actividad de la composición enzimática. Preferiblemente, la composición enzimática muestra tanto actividad enzimática como actividad hemicelulolítica. La composición enzimática puede contener preferiblemente lipasa.

Entre las enzimas y composiciones que contienen enzimas se encuentran las descritas en la Patente US N° 5.356.800 a Jaquess, Solicitud de Patente US N° 09/31.830, presentada el 27 de febrero de 1998 y publicada el 29 de enero del 2002 como US 6.342.381, y la Publicación Internacional N° WO 99/43870. Otros ejemplos de enzimas para el tratamiento de la pasta de papel que pueden utilizarse de acuerdo con la invención para tratar el lodo son las composiciones enzimáticas BUZYME™ 2523 y BUZIYME™ 2524, que se pueden adquirir en Buckman Laboratories International, Inc., Memphis, Tennessee.

La composición enzimática contiene preferiblemente de aproximadamente 1% a aproximadamente 30% en peso de enzima, según el peso seco del material sólido de la composición, y de modo más preferible, entre alrededor del 5% y alrededor del 20% en peso de enzima. Estas cantidades pueden variar y ser inferiores o superiores a los intervalos dados, dependiendo de las enzimas efectivamente utilizadas. Generalmente, las enzimas se formulan según su actividad. La composición enzimática preferida puede además contener polietilenglicol, hexilenglicol, polivinilpirrolidona, tetrahidrofurilalcohol, glicerina, agua y otros aditivos convencionales de composición enzimática, como se describe, por ejemplo, en la Patente US N° 5.356.800.

Una composición enzimática preferida contiene alrededor del 65% de glicerina (CAS n° 56-81-5 FDA OK-D), alrededor del 20% de Savinasa 16,0L (enzima proteásica de NOVO Nordisk), alrededor del 14% de agua (CAS 7732-18-5) y aproximadamente un 1% de PVP-K15 (100% polivinilpirrolidona con peso molecular de alrededor de 9.700), todo según el porcentaje total en peso de la composición enzimática.

Otra composición enzimática preferida útil de acuerdo con la invención contiene alrededor del 30% de agua (CAS 7732-18-5), alrededor del 30% de propilenglicol (100% 1,2-propilenglicol CAS), alrededor de un 10% de Celulasa 50000 (celulasa para su uso con papel/pasta), alrededor de un 16% de agua adicional e ingredientes inertes, y alrededor de un 14% de un terpolímero de DMA-EPI-EDA (un polímero catiónico con un peso molecular bajo-medio que contiene unidades de epiclorohidrina y dimetilamina en forma de polímero soluble en agua reticulado con etilendiamina), basado todo en el porcentaje de peso total de la composición enzimática.

La composición enzimática puede contener por lo menos una esterasa o lipasa, o los dos elementos, y preferiblemente contiene un alto porcentaje de esterasa y/o lipasa. La lipasa puede obtenerse o aislarse a partir de fuentes pancreáticas (p. ej., lipasa pancreática) o a partir de diversos hongos y/o bacterias, y/o otros microorganismos. Por ejemplo, a título enunciativo pero no limitativo, la adilhidrolasa triacilglicerol y la triacilglicerol lipasa. Asimismo, también puede utilizarse cualquier lipasa o esterasa capaz de hidrolizar triglicéridos para dar glicerol y ácidos grasos. También pueden utilizarse productos comercializados que contengan esterasa o lipasa. Por ejemplo, pueden utilizarse BUZYME™ 2515 y BUZIYME™ 2517, que se pueden comprar a Buckman Laboratories International, Inc., Memphis, Tennessee. En los métodos de la invención pueden utilizarse productos que contengan las enzimas adecuadas, como Resinase A2X, Novocor AD, Pancreatic Lipase 250, Lipase G-1000, Greasex 50L y Greasex 100L. Estos

productos se pueden comprar a Genencor o Novo Nordisk, por ejemplo. La esterasa o lipasa descritas en las Patente US N<sup>os</sup> 5.507.952 y 5.356.800 pueden utilizarse en la invención. Generalmente la enzima o lipasa pueden utilizarse en cualquier forma, p. ej., líquida o sólida. Preferiblemente, la cantidad de esterasa o lipasa utilizada en los métodos de la invención es una cantidad suficiente para mejorar el encolado, mejorar la retención de agentes de encolado y/o mejorar la resistencia a la reversión de encolado. Las cantidades preferidas de esterasa y/o lipasa son de aproximadamente 0,005 libras a unas 4,0 libras por tonelada (2,5 ppm al 0,2%) de lodo según el peso seco del material sólido del lodo, preferentemente de alrededor de 0,01 libras a alrededor de 2,0 libras por tonelada (5 ppm al 0,1%), y lo más preferible es que sean entre 0,05 libras aproximadamente y alrededor de 0,5 libras por tonelada (25 ppm a 250 ppm) de lodo, según el peso seco del material sólido del lodo. Las composiciones de esterasa y lipasa son preferiblemente composiciones estabilizadas que utilicen las formulaciones descritas en las patentes US Nos 5.356.800 y 5.780.283.

En otra configuración preferida de la invención, la composición enzimática contiene al menos un oligómero de poliamida y al menos una enzima. La poliamida está presente en una cantidad efectiva para estabilizar la enzima. En la Solicitud Internacional Publicada N<sup>o</sup> WO 99/43780 se describen ejemplos de composiciones enzimáticas que contienen oligómeros de poliamida y enzimas.

De acuerdo con la invención, la composición enzimática puede incluir una combinación de dos o más enzimas diferentes. La composición enzimática puede incluir, por ejemplo, una combinación de lipasa y celulasa, y, opcionalmente, un estabilizador. El estabilizador puede ser un oligómero de poliamida.

La enzima puede servir preferiblemente para: degradar el lodo papелero; reducir los materiales sólidos presentes en el agua de desecho; reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO). Preferiblemente, la enzima sirve para reducir los *stickies* (depósitos adherentes), surfactantes, contaminantes, finos, y residuos aniónicos presentes en el lodo y en las aguas blancas y los papeles reciclados utilizados para fabricar productos de cartón y pasta de papel encolada. La cantidad de composición enzimática que debe añadirse al lodo papелero de acuerdo con la invención es una cantidad efectiva para mejorar el encolado, mejorar la retención de encolante y/o mejorar la resistencia a la reversión de encolado. Por ejemplo, la enzima puede añadirse al lodo en cualquier proporción, como hasta 100% en peso de enzima o menos del 1% al 10% o más en peso de enzima, siendo los intervalos preferidos una proporción de entre alrededor del 0,0001% y alrededor del 1,000% en peso de enzima, según el peso seco del material sólido del lodo, más preferiblemente entre alrededor de 0,001% y alrededor de 0,100% en peso, y más preferiblemente entre alrededor de 0,005% y alrededor de 0,05% en peso.

El lodo tratado con enzimas puede añadirse generalmente en cualquier momento del proceso de fabricación de papel, pero preferiblemente se añade antes de la caja de entrada del sistema de fabricación de papel. Preferiblemente, el lodo tratado con enzimas se añade antes del silo de aguas blancas, más preferiblemente, antes de pasar por la tina de pasta, y todavía más preferiblemente, antes de la tina de mezclas. Preferiblemente, el lodo tratado con enzimas se añade antes del primer refinado en un proceso de fabricación de papel, que se suele realizar generalmente antes de la tina de mezclas.

Después de combinar la pasta de papel con el lodo tratado con enzimas, la pasta o pulpa tratada resultante puede procesarse en una máquina convencional de fabricación de papel mediante técnicas de fabricación de papel tradicionales.

Puede añadirse almidón catiónico a la pasta o pasta tratada de la invención para formar pasta tratada con almidón. Puede añadirse almidón en uno o más puntos del flujo de pasta de papel mediante el aparato o sistema de fabricación de papel de la invención. Por ejemplo, puede añadirse almidón catiónico a una pasta o pulpa más o menos en el mismo momento en el que se añade lodo tratado con enzimas a la pasta o pulpa. Alternativa o adicionalmente el almidón catiónico puede añadirse a la pasta tratada después de que esta sea tratada por primera vez con la enzima y el polímero catiónico. Entre los almidones catiónicos preferidos se encuentran el almidón de patata, el de maíz y otros almidones de la parte húmeda, o combinaciones de los mismos.

Pueden añadirse a la pasta o pulpa proporciones convencionales de almidón. Un ejemplo de proporción de almidón que puede utilizarse de acuerdo con la presente invención es de alrededor de 5 a alrededor de 25 libras por tonelada (0,25% a 1,25%), según el peso seco del material sólido de la pasta o pulpa.

Además de almidón, o en lugar de este, puede añadirse a la pasta un aditivo en forma de micropartícula en cualquier momento del proceso. La micropartícula añadida puede modificar la carga de la pasta, o modificar la carga de uno de los elementos que componen la pasta. La micropartícula puede ser, por ejemplo, un agente de carga o modificador, un relleno, un agente coagulante y/o un aditivo de retención. La micropartícula añadida puede ser hectorita, bentonita, zeolita o sol de alúmina, naturales o sintéticos, o cualquiera de las partículas aditivas convencionales que conocen los entendidos en la materia.

Puede añadirse a la pasta o pulpa un biocida antes o después de añadir el lodo tratado con enzimas. Por ejemplo, puede añadirse un biocida a la pasta o pulpa tratada en una tina de mezclas después de que se haya tratado la pasta con el lodo tratado con enzimas. Entre los biocidas útiles para las pastas de papel de acuerdo con la invención se cuentan aquellos bien conocidos por los expertos en la técnica, como, por ejemplo, BUSAN<sup>TM</sup> 1130, que se puede adquirir en Buckman Laboratories International, Inc., Memphis, Tennessee.

En los métodos de la invención, puede añadirse por lo menos un polímero al pretratamiento del lodo antes de agregarlo a la pasta de papel. Puede añadirse al menos un polímero junto con la composición enzimática más o menos al mismo tiempo. Alternativa o adicionalmente, pueden añadirse uno o más polímeros antes o después de la introducción de la composición enzimática. Por ejemplo, pueden añadirse el o los polímeros una hora o menos antes o después de la introducción de la composición enzimática en el lodo. Preferiblemente, si se añade un polímero al lodo, aquel es un polímero soluble en agua y, más preferiblemente, un polímero catiónico soluble en agua. Entre los ejemplos de tales polímeros se encuentran los polímeros de epíclorohidrina/dimetilamina (EPI-DMA) y las soluciones reticuladas de los mismos, poli-dialil dimetil cloruro de amonio (DADMAC), DADMAC/copolímeros de acrilamida, polímeros "ionene", y similares. El polímero, si se utiliza en los métodos de la invención, puede utilizarse en cualquier proporción, y preferiblemente en intervalos de dosis de entre 0,1 libras aproximadamente y 15 libras por tonelada aproximadamente (50 ppm al 0,75%) de lodo según el peso seco del material sólido del lodo, más preferiblemente de aproximadamente 0,25 libras a aproximadamente 10 libras por tonelada (125 ppm al 0,5%) de lodo según el peso seco del material sólido del lodo, y más preferiblemente desde aproximadamente 1 libra hasta aproximadamente 5 libras por tonelada (500 ppm al 0,5%) de lodo según el peso seco del material sólido del lodo.

Opcionalmente, las composiciones enzimáticas también pueden contener otras sustancias químicas o ingredientes tradicionales de tratamiento del papel, como, a título enunciativo pero no limitativo, surfactantes, disolventes, aditivos de suspensión, arcillas u otros rellenos, agentes demineralizantes, agentes de preservación, tampones, agua, estabilizadores, polímeros como polímeros catiónicos, aniónicos y no iónicos, tintes, pigmentos, antiespumantes, agentes reguladores del pH como el alumbre, y otros aditivos tradicionales de la fabricación o procesamiento del papel. Estos ingredientes adicionales pueden estar presentes en cualquier combinación y pueden utilizarse proporciones convencionales.

Generalmente, la composición enzimática se introduce o pone en contacto con el lodo en cualquier forma. Las composiciones enzimáticas pueden introducirse en el lodo durante el desgote, para formar lodo procedente de un sistema de fabricación de papel, o después de la formación y/o recogida del lodo. Preferiblemente, el tiempo de contacto de la composición enzimática con el lodo debe maximizarse. Preferiblemente, el tiempo de contacto debe ser suficiente para mejorar el encolado de un producto de papel o cartón resultante. Preferiblemente, el tiempo de contacto es de alrededor de 1 min. a alrededor de 8 horas, más preferiblemente desde alrededor de 15 min. a alrededor de 4 horas, y más preferiblemente desde alrededor de 30 min. a alrededor de 2 horas.

La composición enzimática puede introducirse o ponerse en contacto con el lodo en un único punto de inyección o en varios puntos de inyección, o vertiendo la composición enzimática en el lodo, o utilizando bolsas desintegrables de enzimas secas o líquidas. La introducción de la composición enzimática puede ser inmediata, de liberación retardada, de liberación temporizada, intermitente y/o continua. Además, puede utilizarse más de un tipo de composición enzimática, aparte de mezclas o cualquier otra variante, siempre que se introduzca de alguna forma al menos una enzima de celulasa o de lipasa, a fin de mejorar el encolado.

En los métodos de la invención, las mejoras del encolado pueden incorporarse a una operación de fabricación de papel. Lo habitual es que los restantes aspectos de la operación de fabricación de papel sean los que ya conocen los expertos en la técnica, y puedan utilizarse a fin de fabricar productos de papel y cartón. Así, los materiales aditivos tradicionales utilizados con las pastas de papel en la preparación de la punta pueden utilizarse también en la invención. Las máquinas continuas o discontinuas de fabricación de papel pueden así convertir suspensiones acuosas de fibras y otros ingredientes en hojas secas de papel o cartón mediante tales operaciones, tradicionalmente conocidas, en las que se utilizan máquinas Fourdrinier o máquinas de cilindros u otros dispositivos de fabricación de papel. También pueden usarse en la invención sucesivos tratamientos de hojas de papel para lograr las características deseadas, como calandrado y/o revestimiento de las hojas y tratamientos similares.

Las actividades enzimáticas, formulaciones y modos de operar se describen con más detalle en la Solicitud de Patente Provisional Estadounidense N° 60&/211.942, registrada el 16 de junio del 2000, publicada el 23 de mayo del 2002 en el archivo de EEUU 2002-0059998 y titulada "Methods to Control Organic Contaminants in Fibers" ("Métodos para controlar contaminantes orgánicos presentes en las fibras"). A pesar de que no se desea quedar vinculado por ninguna teoría, se cree que el efecto de encolado logrado con el tratamiento de lodo con enzimas antes de añadir lodo tratado en un proceso de fabricación de papel procede de uno o más de los siguientes sucesos favorecidos por las enzimas: (1) modificación de las estructuras de fibra y paredes de fibra, (2) modificación de los *stickies* y otras impurezas del lodo, (3) modificación del encolado hidrolizado y el enlace encolado-fibra y la adsorción, (4) degradación y refinado de finos, y (5) modificación de surfactantes.

Una vez descrita en general la invención, puede entenderse mejor haciendo referencia a los siguientes ejemplos concretos, que se dan solo a efectos ilustrativos y no pretenden limitar la invención.

## Ejemplos

Se probó el efecto que el lodo activado para fabricación de papel tiene en una hoja de papel producida. En la investigación se utilizó una papelera que recicla lodo papelero volviéndolo a introducir en el proceso de fabricación de papel. De la fábrica de papel se recogieron muestras de pulpa de papel, lodo papelero y aguas blancas, con objeto de fabricar hojas de prueba que pudieran elaborarse de forma similar a como se hace el cartón continuo en la papelera. Se

## ES 2 372 581 T3

elaboraron hojas de prueba con la pulpa de papel añadiendo y sin añadir a la pulpa lodo papelerero. Las hojas de prueba se elaboraron de acuerdo con las normas TAPPI. Una libra = 0,454 kg y una tonelada (estadounidense) = 2000 libras = 907 kg.

### Ejemplo 1

Se fabricaron cuatro grupos de hojas de prueba. Uno se hizo de pulpa de fabricación de papel y no contenía lodo papelerero reciclado o añadido. Otro de los grupos de hojas de prueba se fabricó a partir de pasta que contenía pulpa de papel y bien 50, bien 100 libras, respectivamente, de lodo papelerero (sin tratar), según el peso seco del material sólido del papel y el lodo. Se fabricó otro grupo de hojas de prueba a partir de pasta de papel que contenía pulpa de papel y bien 50, bien 100 libras respectivamente de lodo tratado con alumbre por tonelada de pulpa de papel, según el peso seco del material sólido de la solución de lodo y alumbre. El cuarto grupo de hojas de prueba se fabricó a partir de pasta de papel que contenía pulpa de papel y bien 50, bien 100 libras respectivamente de lodo tratado con enzimas, según el peso seco del material sólido de la pulpa y el lodo tratado con enzimas. El lodo tratado con enzimas era el lodo papelerero tratado con una libra de solución de enzimas por tonelada de lodo, según el peso seco del material sólido de la solución de enzima y el lodo. La solución enzimática era BUZYME™ 254, que se puede adquirir en Buckman Laboratories International, Inc., Memphis, Tennessee, y contenía aproximadamente un 10% en peso de la enzima de celulasa (Celulasa 500). El lodo tratado con enzimas también contenía 20 libras de solución de alumbre por tonelada de pasta de papel, según el peso seco del material sólido de la solución de alumbre y pasta de papel.

El efecto que la adición de lodo tuvo en las hojas se probó mediante el “método de la barca” (boat method), de acuerdo con un método similar al utilizado en la papelería. Las hojas de prueba se probaron en un baño de agua caliente que tenía una temperatura de unos 40°C. Las pruebas demostraron que las hojas que no tenían lodo duraron dos veces más (con una vida media de 1 hora y 15 minutos) que las hojas en las que se utilizó lodo no tratado, que solo duraron unos 30 minutos.

Las hojas que contenían lodo tratado con alumbre tuvieron un aumento de vida del 10% en relación con hojas similares que contenían lodo sin tratar. No obstante, las hojas que contenían lodo tratado con enzimas tuvieron un aumento de vida del 30% en comparación con las hojas que contenían lodo tratado con alumbre. La Tabla 1 de abajo muestra los resultados de las pruebas realizadas a partir de adiciones de 50 libras por tonelada de lodo tratado y sin tratar. Todos los pesos son “peso seco del material sólido” según el peso seco del material sólido de la pulpa.

TABLA 1

| Número de muestra | Cantidad de lodo (libras por tonelada de pasta) | Cantidad de encolado (libras por tonelada de pasta) | (Tiempo en segundos) |
|-------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| 1 y 2             | 0                                               | 0                                                   | 20                   |
| 3 y 4             | 0                                               | 7                                                   | 4.500                |
| 5 y 6             | 0                                               | 15                                                  | 6.000                |
| 7 y 8             | 50 (sin tratar)                                 | 7                                                   | 1.800                |
| 9 y 10            | 50 (sin tratar)                                 | 15                                                  | 2.700                |
| 11 y 12           | 50 (tratado con alumbre)                        | 7                                                   | 2.100                |
| 13 y 14           | 50 (tratado con enzimas)                        | 7                                                   | 3.000                |

Estas muestras se duplicaron varias veces y los resultados fueron sustancialmente idénticos en todos los casos. Las hojas tratadas con 100 libras de lodo, ya se tratara de lodo tratado o de lodo sin tratar, tuvieron una disminución de la vida útil en todas las categorías comparables con las de los ejemplos 7-14 que se recogen en la Tabla 1.

## ES 2 372 581 T3

Estos resultados indican que la adición de lodo a la pulpa de papel afecta negativamente a la vida útil de las hojas de papel fabricadas a partir de la pasta resultante. Tratar el lodo con una solución enzimática antes de incorporar el lodo tratado a la pulpa de papel mejoró la vida útil de las hojas resultantes en los ensayos de vida útil con baño de agua caliente.

### Ejemplo 2

En este ejemplo, una muestra de compuesto recientemente adquirida fue tratada con dosis de una libra a cuatro libras respectivamente de lipasa por tonelada de lodo, según el peso seco del material sólido de la lipasa y del lodo. El tratamiento del lodo duró 30 minutos, y después de ese tiempo el lodo tratado se mezcló con pasta de papel en una proporción de 10 libras de lodo tratado por tonelada de fibra reciclada, según el peso seco del material sólido del lodo y la fibra. Se encoló cada mezcla de lodo y pasta con entre 1 y 5 libras de encolante ASA por tonelada de pulpa de papel. El encolante ASA fue emulsionado con polímeros. Las pastas resultantes fueron transformadas en hojas de prueba y se tomaron medidas de goteo de agua en cada hoja. Los tests de goteo de agua son un método estándar TAPPI según el cual se deja caer una gota de agua en la hoja y se mide el tiempo que tarda en ser adsorbida por la hoja. El tiempo que tarda en ser adsorbida por la hoja se registra como resultado. Como se muestra en las Tablas 2 y 3 de abajo, y gráficamente en las Figs. 1-4, el encolado de cada hoja de prueba resultante aumentó a medida que se intensificaba el tratamiento con lipasa en cada nivel superior de material encolante.

TABLA 2

| Adición de 10 libras de lodo por tonelada de pasta de papel |                                                  |                                                       |                                                        |                                                        |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Resultados de encolado (goteo de agua), en segundos         |                                                  |                                                       |                                                        |                                                        |
| N° de muestra                                               | Libras de lipasa por tonelada de lodo papelerero | 5 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero | 10 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero | 15 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero |
| 15                                                          | 0                                                | 12                                                    | 32                                                     | 83                                                     |
| 16                                                          | 1                                                | 23                                                    | 54                                                     | 122                                                    |
| 17                                                          | 2                                                | 27                                                    | 61                                                     | 124                                                    |
| 18                                                          | 3                                                | 33                                                    | 66                                                     | 133                                                    |
| 19                                                          | 4                                                | 35                                                    | 87                                                     | 138                                                    |



## ES 2 372 581 T3

TABLA 3

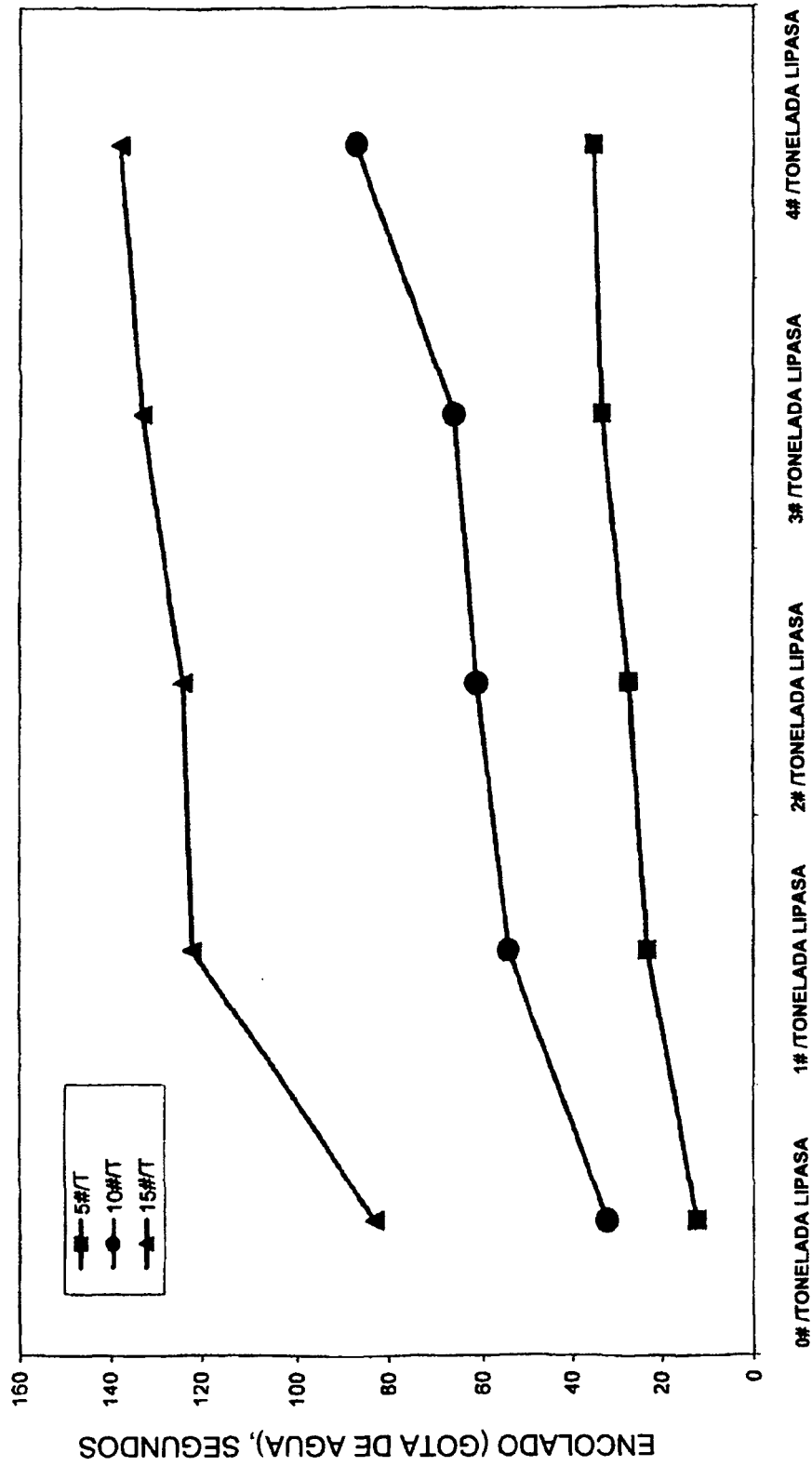
| Adición de 20 libras de lodo por tonelada de pasta de papel<br>Resultados de encolado (goteo de agua), en segundos |                                                  |                                                       |                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| N° de muestra                                                                                                      | Libras de lipasa por tonelada de lodo papelerero | 5 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero | 10 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero | 15 libras de encolante por tonelada de lodo papelerero |
| 20                                                                                                                 | 0                                                | 11                                                    | 30                                                     | 66                                                     |
| 21                                                                                                                 | 1                                                | 19                                                    | 46                                                     | 108                                                    |
| 22                                                                                                                 | 2                                                | 20                                                    | 52                                                     | 119                                                    |
| 23                                                                                                                 | 3                                                | 26                                                    | 61                                                     | 127                                                    |
| 24                                                                                                                 | 4                                                | 29                                                    | 68                                                     | 129                                                    |

Será evidente para quien conozca la técnica que pueden llevarse a cabo diversas modificaciones y variaciones de la invención sin separarse del espíritu o alcance de la misma. Así, se pretende que la invención abarque otras modificaciones y variaciones de la misma, siempre que queden comprendidas dentro del ámbito de las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un lodo papелero tratado con enzimas que comprende un lodo papелero combinado con una composici3n enzimática, en el que dicha composici3n enzimática tiene actividad celulolítica, tanto actividad celulolítica como hemicelulolítica, o actividad lipolítica.
- 10 2. El lodo papелero tratado con enzimas de la reivindicaci3n 1, en el que dicha composici3n enzimática se añaде a dicho lodo papелero en una proporci3n de 1,00% en peso a 0,001% en peso de enzima activa segun el peso seco del material sólido tanto de la enzima activa como del lodo.
- 15 3. El lodo papелero tratado con enzimas de la reivindicaci3n 1, que contiene de un 50% a un 99% en peso de lodo papелero, y de aproximadamente un 1% en peso a aproximadamente un 50% en peso de composici3n enzimática, segun el peso seco del material sólido del lodo papелero y la composici3n enzimática.
- 20 4. El lodo papелero tratado con enzimas de la reivindicaci3n 2 o 3, en el que dicha composici3n enzimática consta de un 5% en peso a un 20% en peso de enzima activa segun el peso seco del material sólido tanto de la enzima activa como de la composici3n enzimática.
- 25 5. Un método de fabricaci3n de papel o cart3n que implica:
- 30 a) combinar al menos una composici3n enzimática y al menos un lodo papелero para formar un lodo tratado con enzimas, en el que dicha composici3n enzimática tiene actividad celulolítica, tanto actividad celulolítica como hemicelulolítica, o actividad lipolítica;
- 35 b) combinar el lodo tratado con enzimas con lodo papелero para formar pasta tratada, en la que al menos se introduce un encolante en la pasta de papel; y
- 40 c) transformar la pasta tratada en un producto de papel o cart3n.
- 45 6. El método de la reivindicaci3n 5, en el que dicho producto tiene un encolado mejorado en comparaci3n con el encolado de un producto de papel o cart3n idéntico pero que no tiene lodo tratado con composici3n enzimática.
- 50 7. El método de la reivindicaci3n 6, en el que dicho encolado mejorado incluye una mejora de la retenci3n de encolante.
- 55 8. El método de la reivindicaci3n 6, en el que dicho encolado mejorado incluye una resistencia mejorada a la reversi3n de encolado.
- 60 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en el que dicho encolante incluye una emulsi3n de encolado ASA.
- 65 10. El método de las reivindicaciones 5-9, en el que dicha composici3n enzimática contiene de 5% a 2% en peso de enzima activa segun el peso seco del material sólido de tanto la enzima activa como la composici3n enzimática.
- 70 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-10, en el que dicha composici3n enzimática se añaде a dicho lodo papелero en una proporci3n de 1,00% en peso a 0,001% en peso de enzima activa, segun el peso seco del material sólido tanto de la enzima activa como del lodo.
- 75 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-11, en el que dicho lodo tratado con enzimas se añaде en una proporci3n dentro del intervalo de 1 libra por tonelada (0,05%) de pasta de papel a 50 libras por tonelada (2,5%) de pasta de papel segun el peso seco del material sólido tanto del lodo tratado con enzimas como de la pasta de papel.
- 80 13. Un producto de papel o cart3n hecho a partir de pasta de papel tratada, en el que dicha pasta de papel tratada contiene pasta de papel, el lodo papелero tratado con enzimas de la reivindicaci3n 1 y al menos un agente encolante.
- 85 14. El producto de papel o cart3n de la reivindicaci3n 13, en el que dicho lodo papелero tratado con enzimas está presente en dicho producto de papel o cart3n en una proporci3n que va de 5 libras por tonelada (0,25%) de pasta de papel a 200 libras por tonelada (10%) de pasta de papel, segun el peso seco del material sólido tanto del lodo tratado con enzimas como de la pasta de papel.

**EFFECTO SOBRE ENCOLADO TRAS TRATAMIENTO DE LODO CON LIPASA  
10# LIBRAS DE LODO POR TONELADA DE PASTA**



**FIG. 1**

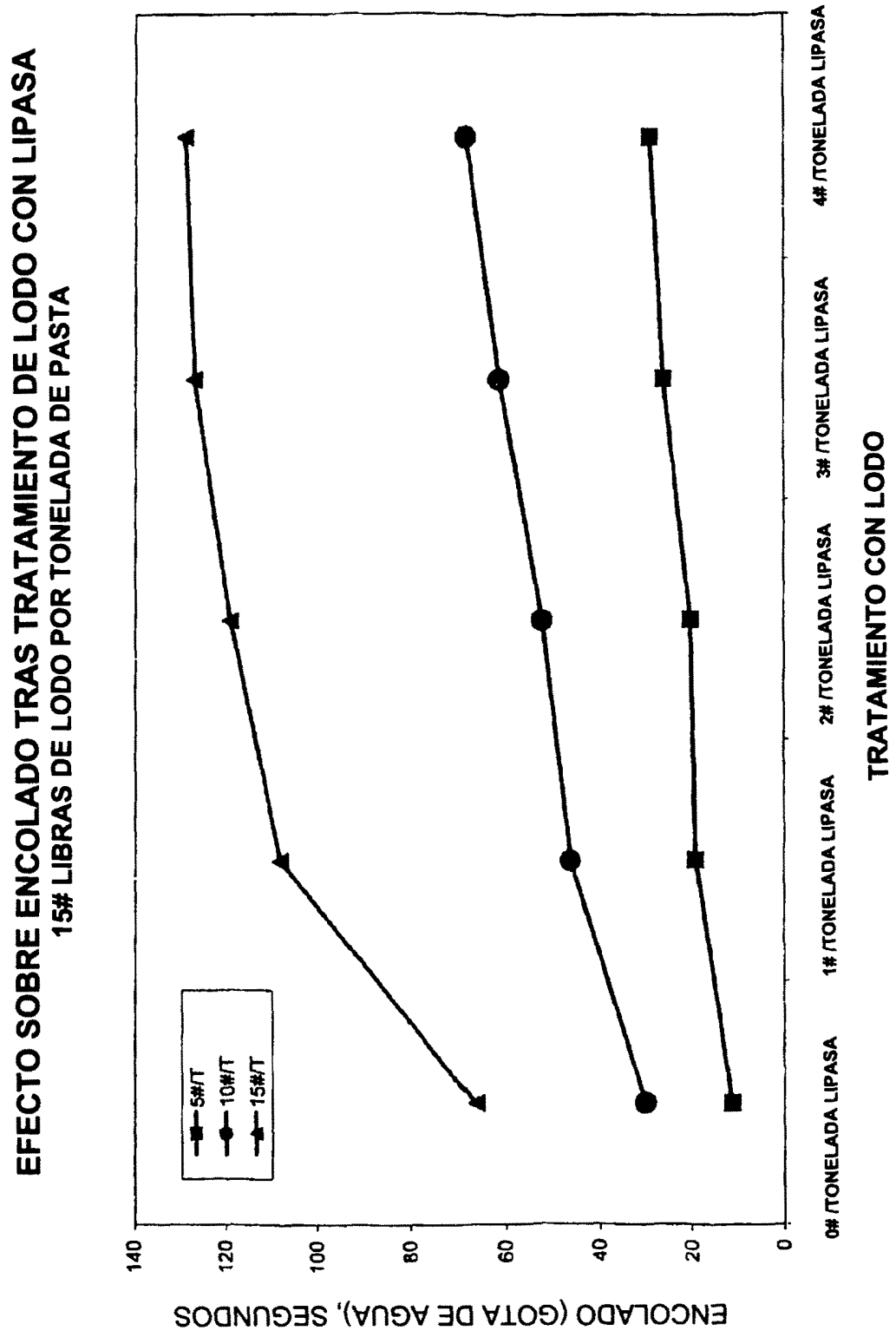


FIG. 2

# EFFECTO SOBRE ENCOLADO TRAS TRATAMIENTO DE LODO CON LIPASA 10# LIBRAS DE LODO POR TONELADA DE PASTA

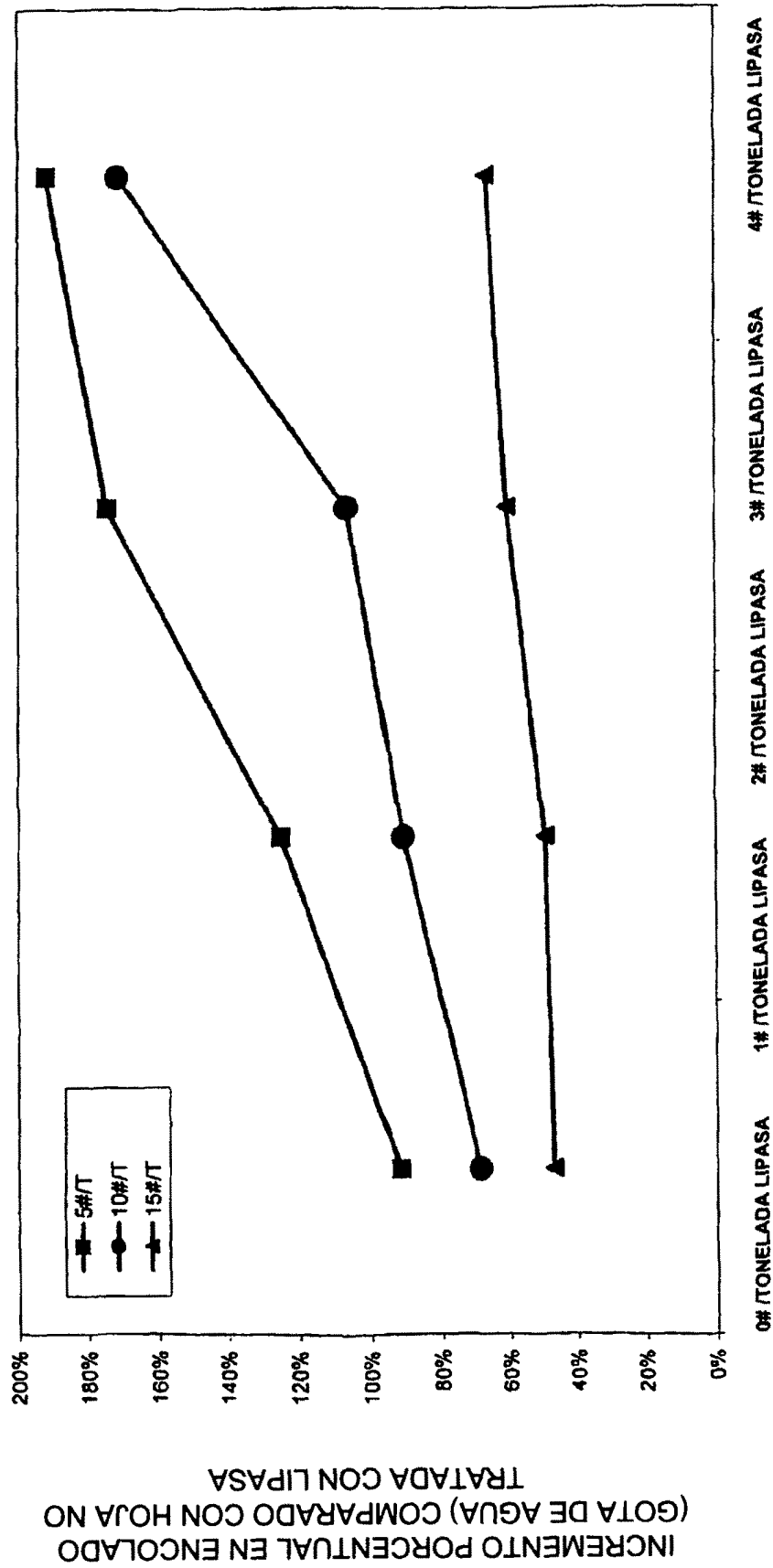


FIG. 3

EFFECTO SOBRE ENCOLADO TRAS TRATAMIENTO DE LODO CON LIPASA  
15# LIBRAS DE LODO POR TONELADA DE PASTA

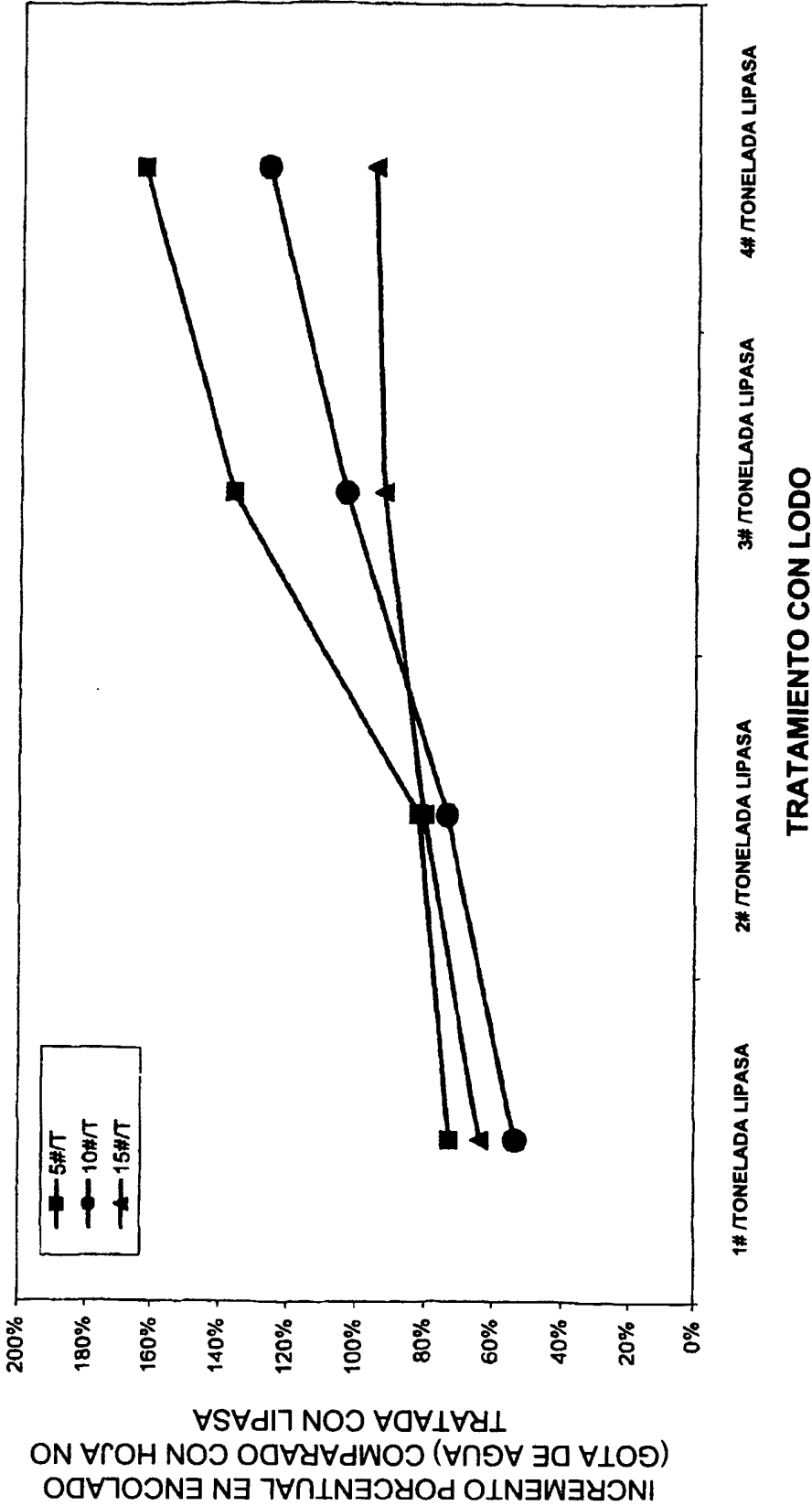


FIG. 4