

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 821**

51 Int. Cl.:

D21B 1/02	(2006.01)
C02F 11/02	(2006.01)
D21H 21/24	(2006.01)
C02F 3/34	(2006.01)
C12P 7/10	(2006.01)
C12P 7/08	(2006.01)
C02F 103/28	(2006.01)
C02F 11/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2011 PCT/US2011/039000**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11156212**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2011 E 11792920 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 2580388**

54 Título: **Métodos para degradar el lodo procedente de la pasta y la fabricación de papel**

30 Prioridad:

08.06.2010 US 352526 P

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

19.03.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ZHOU, XIANGDONG

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 659 821 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

Métodos para degradar el lodo procedente de la pasta y la fabricación de papel

5 Antecedentes de la invención

Esta solicitud reivindica el beneficio sobre la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos n.º 61/352.526, presentada el 8 de junio de 2010.

10 La presente invención se refiere a métodos para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel. La invención puede utilizar composiciones enzimáticas específicas para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel.

15 La fabricación de papel implica mezclar, en agua, un material de pasta (generalmente fibra de madera) con cargas, tales como arcilla, y otros aditivos para crear una mezcla de suspensión de materia prima a la que se hace referencia en la presente memoria como pasta. La pasta luego se procesa mediante una máquina de fabricación de papel para formar una hoja. Después se extrae el agua de la lámina y luego se prensa la lámina y se seca, formando así un producto de papel. El agua drenada contiene una cantidad de fibra y material de relleno. Este material se recoge para su posterior procesamiento, sin embargo, normalmente la recuperación no es completa. El material
20 desechado y el material no capturado para su reutilización se transportan generalmente a una instalación de tratamiento de residuos donde se retiran los sólidos que todavía permanecen, por ejemplo, las fibras y los materiales de relleno. El agua limpia se descarga de nuevo al entorno o se transmite de nuevo al proceso de fabricación de papel para su reutilización. Después de la deshidratación, los sólidos están contenidos en un lodo de fabricación de papel concentrado, típicamente del 40%-60% de sólidos. Los principales componentes de este lodo son fibras y
25 material de carga de arcilla. Este lodo se elimina usualmente por enterramiento en vertederos, esparcimiento en tierras, o incineración. Algunos procesos de fabricación de papel reciclan el lodo de fabricación de papel, sin embargo, se ha encontrado que esto afecta negativamente al tamaño y causa la reversión del tamaño.

30 El problema de enterrar el lodo en vertederos es que esto crea, en algunas situaciones, problemas ambientales. Además, el coste de arrastrar el lodo puede ser bastante caro. Asimismo, el lodo, si no se trata adecuadamente puede crear problemas de olor en las proximidades de donde está situado el lodo y donde se envía.

35 Además del lodo procedente de la fabricación de papel y pasta, la biomasa creada a partir de diversos procesos (por ejemplo, la biomasa vegetal, la biomasa animal y la biomasa de residuos municipales) tienen problemas similares.

Aunque que se han realizado intentos para tratar el lodo o la biomasa usando diversas composiciones y técnicas de procesamiento, existe todavía una necesidad en la industria de proporcionar procesos que funcionen de manera más predecible, barata y/o a una velocidad más rápida que las técnicas actuales.

40 La patente de los Estados Unidos n.º 5.620.565 describe el tratamiento enzimático de fibras celulósicas en un proceso de fabricación de láminas celulósicas, pero no describe el tratamiento del lodo de producto de desecho procedente del proceso.

45 La Patente de los Estados Unidos n.º 5.498.766 se refiere al tratamiento enzimático de biomasa lignocelulósica, por ejemplo, lodo de aguas residuales, pero no es lo mismo que el lodo de desecho procedente de la pasta y/o la fabricación de papel.

50 El documento WO 2004/024640 se refiere igualmente al tratamiento del lodo de aguas residuales, en lugar del lodo específico procedente de la pasta y/o la fabricación de papel.

Sumario de la presente invención

55 Una característica de la presente invención es proporcionar un método para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel.

Una característica adicional de la presente invención es proporcionar un método que descompondrá o degradará el lodo con el fin de reducir el contenido en sólidos.

60 Una característica adicional de la presente invención es proporcionar un método que descompondrá o degradará el lodo para reducir el contenido en sólidos y proporcionar un líquido o una suspensión que puede procesarse para utilizar los subproductos a partir de la degradación del lodo, tal como en un proceso de fermentación para producir bioetanol.

65 Características y ventajas adicionales de la presente invención se expondrán en parte en la descripción siguiente y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de la

presente invención. Los objetivos y otras ventajas de la presente invención serán realizados y logrados por medio de los elementos y las combinaciones particularmente señalados en la descripción y en las reivindicaciones anexas.

Para conseguir estas y otras ventajas, y de acuerdo con los fines de la presente invención, como se realiza y describe ampliamente en el presente documento, la presente invención se refiere a un método para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel. El método incluye aplicar al lodo al menos una enzima que tiene actividad celulasa y al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional que tiene un valor de HLB de al menos 7. La enzima y el tensioactivo no iónico pueden añadirse por separado o pueden añadirse como una composición preformada. El método además incluye la deshidratación del lodo.

La presente invención se refiere además al uso, en el método anterior, de una composición que contiene al menos una enzima que tiene actividad celulasa y al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional que tiene un valor de HLB de al menos 7. El tensioactivo no iónico preferentemente potencia o tiene alguna interacción sinérgica con la enzima para aumentar la actividad global de la enzima. Dicho de otro modo, el uso de la composición de la presente invención tiene la capacidad de aumentar la reducción de sólidos de lodo, por ejemplo, al menos un 10% en peso más mediante reducción de lodo, que usando la enzima sola sin ningún tensioactivo presente.

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

Descripción detallada de la presente invención

La presente invención se refiere a un método para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel. El método implica aplicar al menos una enzima que tiene actividad celulasa y al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional que tiene un valor de HLB de al menos 7 al lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel, en el que la relación en peso de enzima : tensioactivo no iónico es 0,1 : 10 a 10 : 0,1. La enzima y el tensioactivo no iónico pueden añadirse por separado o como una composición preformada. El método implica además la deshidratación del lodo. Como resultado de este método, el lodo se puede degradar de manera que se reduzca el contenido en sólidos de lodo. Para los fines de la presente invención, la degradación del lodo, tal como se usa en el presente documento, incluye la digestión del lodo. Reduciendo el contenido en sólidos de lodo, la cantidad de lodo que se necesita desechar en un vertedero o procesarse de otra manera, puede reducirse significativamente, si no se elimina. Esto proporciona ahorros de coste y proporciona una solución respetuosa con el medio ambiente para la empresa o la persona en posesión del lodo.

El lodo que va a tratarse mediante la presente invención puede ser un lodo primario y/o secundario, tal como se entienden esos términos en la industria de fabricación de papel. El lodo puede incluir, pero no se limita a, composiciones que contienen uno o más tipos de fibras de uno o más tipos de madera. El lodo puede contener fibras de una o más longitudes, incluyendo finos. Otros materiales pueden incluirse en el lodo de fabricación de papel, que pueden incluir pero no se limitan a materiales encolantes tipo ASA u otros materiales encolantes, materiales encolantes hidrolizados, polímeros, sustancias pegajosas, pegamentos, tintas, cargas, otras impurezas, tales como a partir de papel reciclado, desespumantes y similares.

Con respecto a la enzima que tiene actividad celulasa, se pueden utilizar una o más enzimas que tengan actividad celulasa tales como 2 o más enzimas, 3 o más enzimas, 4 o más enzimas, 5 o más enzimas y similares. Otras enzimas que no tienen actividad celulasa se pueden incluir además como una opción.

La composición enzimática puede contener al menos una esterasa o lipasa, o ambas, y preferentemente contiene una alta concentración de esterasa y/o lipasa. La lipasa puede derivarse o aislarse de fuentes pancreáticas (por ejemplo, lipasa pancreática) o de diversos hongos y/o bacterias, y/u otros microorganismos. Los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, triacilglicerol acilhidrolasa y triacil glicerol lipasa. Asimismo, se puede usar cualquier lipasa o esterasa capaz de hidrolizar triglicéridos a glicerol y ácidos grasos. Se pueden usar productos comercialmente disponibles que contienen esterasa o lipasa. Por ejemplo, pueden usarse Buzyme® 2515 y Buzyme® 2517 y están disponibles en Buckman Laboratories International Inc. Memphis, Tenn. Productos que contienen enzimas adecuadas, tales como Resinase A2X, Novocor ADL, Pancreatic Lipase 250, Lipase G-1000, Greasex 50L y Greasex 100L, pueden usarse en los métodos de la presente invención. Tales productos están disponibles a partir de fuentes comerciales tales como Genencor y Novo Nordisk. La esterasa o lipasa descritas en las patentes de los Estados Unidos n.º 5.507.952 y n.º 5.356.800 pueden usarse en la presente invención. La enzima o lipasa pueden usarse generalmente en cualquier forma, tal como forma líquida o forma sólida. Las cantidades de esterasa y/o lipasa pueden ser desde 0,0023-1,8 kg (de aproximadamente 0,005 libras a aproximadamente 4,0 libras) por tonelada de lodo, basándose en el peso de sólidos secos del lodo, tal como desde 0,0045-0,91 kg (de aproximadamente 0,01 libras a aproximadamente 2,0 libras) por tonelada, o desde 0,023-0,23 kg (de aproximadamente 0,05 libras a aproximadamente 0,5 libras) por tonelada de lodo, basándose en el peso de sólidos secos del lodo. Las composiciones de esterasa y lipasa pueden ser composiciones estabilizadas, tales como usando las formulaciones descritas en las patentes de los Estados Unidos n.º 5.356.800 y n.º 5.780.283.

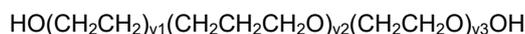
De acuerdo con la presente invención, la composición enzimática puede incluir una combinación de dos o más enzimas diferentes. La composición enzimática puede incluir, por ejemplo, una combinación de una lipasa y una celulasa, y opcionalmente puede incluir un agente estabilizante. El agente estabilizante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

Preferentemente, aunque no se requiere, la enzima o la composición que contiene la enzima (por ejemplo, una composición preformada que contiene la enzima y el tensioactivo no iónico de la presente invención) pueden tener una actividad celulasa de al menos 10 unidades/g. Por ejemplo, la enzima o la composición que contiene la enzima pueden tener una actividad celulasa de al menos 15 unidades/g, al menos 20 unidades/g, al menos 25 unidades/g, al menos 100 unidades/g, al menos 500 unidades/g, por ejemplo, de 10 unidades/g a 1.500 unidades/g o superior.

La enzima puede estar presente en cualquier cantidad de concentración siempre que la enzima o la composición que contiene enzima tenga la capacidad de degradar el lodo. Por ejemplo, la enzima puede estar presente en una concentración de aproximadamente el 0,05 al aproximadamente 35% en peso, basándose en el peso de la enzima y del tensioactivo no iónico presente. Por ejemplo, la concentración de la enzima puede ser del 0,1% en peso al 35% en peso, del 0,5% en peso al 35% en peso, del 1% en peso al 35% en peso o más, del 2% en peso al 35% en peso, de 5% en peso al 35% en peso, del 10% en peso al 35% en peso, del 15% en peso al 35% en peso, del 20% en peso al 35% en peso o más, todo basándose en el peso total de la enzima y el tensioactivo no iónico presente.

Con respecto al tensioactivo no iónico, se usa al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional que tiene un valor de HLB de al menos 7. Por ejemplo, el valor de HLB puede ser al menos 10, al menos 12, al menos 14, al menos 18, al menos 20, al menos 24, al menos 25. Por ejemplo, el valor de HLB puede ser de 7 a 30, de 10 a 30, de 10 a 28, de 10 a 25, de 10 a 24, de 12 a 30, de 12 a 25, de 12 a 24, de 15 a 24, de 15 a 30, de 20 a 30 y similares. Se puede usar al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional, o 2 o más, 3 o más y similares. El tensioactivo no iónico está presente, preferentemente, en una cantidad de al menos el 0,1% en peso basándose en el peso de la enzima y el tensioactivo no iónico presente. Otros tensioactivos no iónicos que tienen un valor de HLB inferior a 7 y/o no son copolímeros de bloque difuncionales pueden usarse además como una opción. Como opción adicional, pueden estar presentes otros tensioactivos en tanto que la composición total que contiene la enzima y el tensioactivo no iónico no se vean afectados con respecto a su capacidad de degradar el lodo como se describe en el presente documento.

El tensioactivo no iónico puede ser un copolímero de bloque del tipo PEO-PPO-PEO. El tensioactivo no iónico puede ser un poloxámero. Por ejemplo, el tensioactivo no iónico que puede usarse en la presente invención puede tener la siguiente fórmula:



Estos son copolímeros de bloque no iónicos compuestos por una unidad de polipropilenoxi flanqueada por dos unidades de polietilenoxi. Los índices y^1 , y^2 , e y^3 tienen valores tales que el poloxámero tiene un peso molecular promedio de desde aproximadamente 1.000 g/mol hasta aproximadamente 20.000 g/mol. Estos polímeros también se conocen por el nombre comercial PLURONICS™. Estos compuestos se nombran comúnmente con la palabra Poloxamer seguida de un número para indicar el copolímero específico, por ejemplo, Poloxamer 407, que tiene dos bloques de PEG de aproximadamente 101 unidades (y^1 e y^3 cada uno igual a 101) y un bloque de polipropileno de aproximadamente 56 unidades. Este polímero está disponible en BASF bajo el nombre comercial LUTROL(TM) F-17.

Algunos otros ejemplos específicos incluyen polietilenglicol, incluyendo derivados de éster de los mismos, tal como su éster metílico o los ésteres de ácidos grasos (por ejemplo, PEG-palmitato). Se pueden usar polímeros de bloque del tipo PEO-PPO-PEO, y polímeros de PEO-PPO aleatorios. Además, puede usarse Triton-X -100 (polietilenglicol-p-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-fenil-éter), que es un tensioactivo no iónico que comprende una porción de polietilenglicol.

La enzima y el tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional están presentes en una relación en peso de enzima : tensioactivo no iónico de 0,1 : 10 a 10 : 0,1. Preferentemente, la relación en peso es de 1 : 0,5 ascendente, tal como 1 : 5, y similares.

El tensioactivo no iónico puede tener un peso molecular promedio (en Daltons) de 1.000 a aproximadamente 20.000, por ejemplo, de 2.000 a 15.000, de 3.000 a 12.000, de 5.000 a 20.000, de 10.000 a 20.000 y similares.

Aparte de la enzima y el tensioactivo no iónico, se pueden utilizar además otros componentes tales como conservantes, agentes estabilizantes, desodorantes, cargas, extensores y similares. Por ejemplo, además de la enzima y el tensioactivo no iónico, se puede usar al menos un estabilizador, tal como PVP con o sin glicerol. Además, pueden estar presentes una o más sales, tales como cloruro de calcio u otras sales. La enzima y el tensioactivo no iónico pueden diluirse o prepararse en agua u otras soluciones acuosas. Por ejemplo, el glicerol o un componente similar pueden estar presentes en una cantidad del 5 al 30% en peso de la composición. La PVP, tal como PVP K90 o un componente similar, puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 1 al 10% en peso. El CaCl_2 o un componente similar pueden estar presentes en una cantidad del 0,1 al 2% en peso. El

conservante, tal como BUSAN 1078, puede estar presente en una cantidad de desde el 0,05% en peso hasta aproximadamente el 0,2% en peso, basándose todos los porcentajes en peso en el peso total de la composición (sin dilución con agua).

5 Además de estos componentes, pueden usarse biocidas, preferentemente en pequeñas cantidades simplemente para conservar la composición de la presente invención para fines de almacenamiento, tales como biocidas de Buckman Laboratories International, tales como Busan® 1078, y similares.

10 Si están presentes biocidas, típicamente las cantidades están por debajo del 1% en peso, basándose en el peso total de los componentes presentes que forman la composición de la presente invención. Más preferentemente, menos del 0,5% en peso, menos del 0,1% en peso, tal como del 0,001% en peso al 0,01% en peso de la composición global.

15 Como se ha indicado, en la presente invención, la enzima, el tensioactivo no iónico y cualesquiera componentes opcionales se pueden añadir juntos como una composición preformada o cada componente individual o cualquier combinación de componentes se puede añadir por separado, tal como secuencialmente, por lotes o al mismo tiempo a través de diferentes puntos de inyección de entrada. La composición o sus componentes pueden introducirse gradualmente durante cualquier período de tiempo (de 10 segundos a 150 horas o más) o pueden introducirse periódicamente o todos de una vez. Como opción, puede hacerse una composición preformada, que contiene la enzima y el tensioactivo no iónico y otros componentes. La composición puede prepararse mezclando los componentes entre sí en cualquier orden. Las diversas cantidades de la enzima y el tensioactivo no iónico se describen anteriormente y se de aplicación igualmente aquí. En general, se usa agua o un componente o una solución acuosa para formar la composición. El agua o la solución o componente acuoso pueden estar presentes en una cantidad de desde aproximadamente el 10% en peso hasta aproximadamente el 90% en peso, basándose en el peso total de la composición diluida con agua.

20 La composición de la presente invención o los componentes que forman la composición de la presente invención pueden aplicarse o introducirse en el lodo de cualquier manera, tal como por pulverización, vertido, inyección, mezclado y similares. Esencialmente, se puede usar cualquier técnica de contacto para poner en contacto los componentes de la composición de la presente invención con el lodo. La composición de la presente invención o los componentes que constituyen la composición pueden mezclarse posteriormente con el lodo o dispersarse de otro modo entre el lodo con el fin de mejorar la velocidad de degradación. Como opción, la composición puede estar en forma líquida, en forma sólida, en forma seca, en forma de tableta o en forma semisólida. La composición puede incorporarse o estar presente en un cartucho o puede estar presente en una membrana o filtro o en cualquier superficie que haga contacto con el lodo.

30 La composición de la presente invención o componentes que constituyen la composición pueden introducirse en el lodo que está presente en un tanque, en un estanque de sedimentación y/u otra ubicación de contención. Preferentemente, la presente invención se usa en general con lodo desactivado. El contenido en agua del lodo que se está tratando puede ser cualquier contenido en agua, tal como desde aproximadamente el 1 hasta aproximadamente el 99% en peso. El lodo puede ser lodo deshidratado, puede ser lodo primario, tal como el lodo existente antes de cualquier procesamiento aeróbico y/o puede ser, después del procesamiento oxidativo primario, que es un lodo secundario.

45 En general, el lodo que está siendo tratado contiene material de celulosa, tal como desde aproximadamente el 0,1% en peso hasta aproximadamente el 70% en peso de material de celulosa basándose en el peso del lodo seco.

50 Con la presente invención, el lodo puede reducirse a componentes que incluyen azúcar, glucosa, celulosas, tales como celulosas de cadena más corta y similares.

El método de la presente invención puede ocurrir a diversas temperaturas, tales como temperaturas ambiente (con referencia a la temperatura del lodo). El método de la presente invención puede usarse, por ejemplo, a temperaturas de desde aproximadamente 5°C hasta aproximadamente 75°C.

55 Con la presente invención, como una opción, el método se lleva a cabo en ausencia de cualquier adición independiente de ácido y/o componente alcalino o químico.

60 Con la presente invención, después de que la enzima y el tensioactivo no iónico se ponen en contacto con el lodo, el tiempo de contacto puede ser desde aproximadamente 1 hora hasta 150 horas o más. Por ejemplo, el tiempo de contacto puede ser desde 5 horas hasta 100 horas, de 10 horas a 75 horas, de 24 horas a 72 horas, de 48 horas o más, y similares. No existe limitación de tiempo real para el tiempo de contacto. En general, el tiempo de contacto puede basarse en el proceso particular usado en el emplazamiento del lodo. Después de este tiempo de contacto, puede ocurrir la deshidratación del lodo. Se puede utilizar cualquier método conocido en la técnica para deshidratar el lodo. Por ejemplo, la deshidratación se puede lograr con el uso de un tanque o estanque de sedimentación y después mediante presión, extrusión, filtración, centrifugación y similares. No existe limitación con respecto a la técnica o técnicas que pueden usarse para deshidratar en el lodo.

Si el tensioactivo no iónico y la enzima se añaden por separado y no como una composición preformada preferentemente, el tensioactivo no iónico y la enzima se añaden en el plazo de 30 minutos entre sí en cualquier orden, en el plazo de 15 minutos entre sí en cualquier orden, en el plazo de 10 minutos entre sí en cualquier orden, en el plazo de 5 minutos entre sí en cualquier orden, en el plazo de un minuto entre sí en cualquier orden, o en el plazo de 30 segundos entre sí en cualquier orden.

Cualquier procesamiento posterior del lodo deshidratado (y degradado) (por ejemplo, cualquier lodo restante) pueden usarse y no existen limitaciones con respecto al procesamiento adicional. Como se ha indicado, con el método de la presente invención, el lodo que se degrada puede reducirse en un 10% en peso, en un 20% en peso, en un 30% en peso, en un 40% en peso, en un 50% en peso, o más. El lodo que puede existir después de que se lleva a cabo el método de la presente invención puede procesarse entonces mediante técnicas convencionales. Los productos o subproductos del lodo degradado pueden ser, por ejemplo, en forma de azúcar, glucosa, celulosa de cadena más corta y similares y pueden estar presentes en general en forma de una suspensión o una solución y este material puede recuperarse luego para cualquier propósito tal como para fermentación para producir bioetanol. Como alternativa, la solución o la suspensión que contiene los productos degradados de los métodos de la presente invención puede colocarse de nuevo en el sistema, tal como líquido en un tanque aeróbico. Alternativamente, la solución o la suspensión que contiene los productos de la degradación del lodo pueden procesarse como material BOD.

Con la presente invención, la actividad celulasa de la enzima aumenta en gran medida por la presencia del tensioactivo no iónico. Por ejemplo, la actividad celulasa de la enzima se puede incrementar en un 9,4% en comparación con el uso de la enzima sola sin ningún tensioactivo no iónico presente. Esta actividad incrementada puede ser también un 10,5% mayor, un 11,0% mayor o un 22,3% mayor en actividad celulasa.

La presente invención se aclarará adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, que se pretende que sean ejemplares de la presente invención.

Ejemplos

Ejemplo 1:

Se obtuvo el lodo obtenido a partir de una planta de fabricación de papel. Este lodo tenía una consistencia del 56,0% en peso de lodo en agua. El lodo se diluyó en agua desionizada hasta contener un 9,1% en peso de sólidos. La suspensión de lodo sólido tenía un pH de aproximadamente 6,95.

Se prepararon dos composiciones. La primera composición contenía enzima en diversas cantidades mostradas en la siguiente tabla. En particular, el primer conjunto de composiciones contenía solo enzima, específicamente la enzima CTec Cellic™ de Novozymes. El segundo conjunto de composiciones contenía la misma enzima pero, además, un tensioactivo no iónico, específicamente PLURONIC F108 de BASF. Las cantidades para cada componente se exponen en la siguiente tabla. El tratamiento con cualquiera de las composiciones se realizó a 28°C durante 24 horas. La suspensión de lodo se agitó con vórtex vigorosamente durante 2 a 3 minutos para desintegrar el lodo de empaquetamiento hermético antes de la adición de la enzima.

Como se puede ver a continuación a partir de los resultados, cuando se usó la enzima con tensioactivo no iónico, la cantidad de reducción de sólidos de lodo aumentó en cada caso en comparación con la utilización de la enzima sola.

Tabla 1. Digestión del lodo (28°C, pH 6,95 durante 24 horas)

Tratamiento (% en peso) (24 h a pH 6,95)	Peso seco del lodo (g) (antes del tratamiento)	Peso seco del lodo (g) (después del tratamiento)	Reducción de sólidos de lodo (%)
CTec - 0,05% *	1,82	1,6617	8,7
CTec - 0,1%	1,82	1,6143	11,3
CTec - 0,5%	1,82	1,4433	20,7
CTec - 1,0%	1,82	1,0774	40,8
CTec - 10%	1,82	0,8882	51,2
CTec -0,05% + 10% F108	1,82	1,6289	10,5

Tratamiento (% en peso) (24 h a pH 6,95)	Peso seco del lodo (g) (antes del tratamiento)	Peso seco del lodo (g) (después del tratamiento)	Reducción de sólidos de lodo (%)
CTec -0,1% + 10% F108	1,82	1,5161	16,7
CTec -0,5% + 10% F108	1,82	1,2594	30,8
CTec -1,0% + 10% F108	1,82	1,0265	43,6
CTec -10% + 10% F108	1,82	0,8609	52,7
Control (sin enzima)	1,82	1,7618	3,2

* Las concentraciones de enzima se basan en el porcentaje de suspensión del lodo.

Ejemplo 2:

5 Los experimentos se establecieron para evaluar los efectos de los tensioactivos sobre la actividad enzimática de la enzima CTec Cellic®. La enzima, el tensioactivo y el agua se mezclaron para formar una solución que contenía el 5% en peso de tensioactivo y el 10% en peso de enzima. Por ejemplo, se mezclaron 1,0 g de CTec Cellic®, 0,5 g de PLURONIC F108 y 8,5 g de agua desionizada para producir una solución que contenía el 10% en peso de enzima y 5% en peso de tensioactivo. Las soluciones de enzima-tensioactivo resultantes fueron sometidas a ensayo para determinar la actividad de la celulasa. Se usó carboximetil celulosa como sustrato de ensayo. Como comparación, se incluyó una solución de control que contenía el 10% en peso de enzima sin tensioactivo.

1. Efectos de diversos tensioactivos PLURONIC sobre la actividad de CTec Cellic®

15 Se evalúan cinco tensioactivos PLURONIC con diferentes valores de HLB para determinar sus efectos sobre la actividad enzimática de CTec Cellic® en solución acuosa. Cada tensioactivo se mezcló con la enzima en agua. La solución resultante se sometió a ensayo entonces para determinar la actividad celulasa usando carboximetil celulosa (CMC) como sustrato. Los resultados se muestran en la siguiente tabla. Los cinco tensioactivos PLURONIC demostraron efectos positivos sobre la actividad enzimática. F108 fue el mejor entre los tensioactivos PLURONIC sometidos a ensayo. F108 mejoró la actividad enzimática en un 22,3%. Los cinco tensioactivos PLURONIC no mostraron actividad enzimática cuando fueron sometidos a ensayo solos sin la enzima.

Tabla 2. Efectos de los tensioactivos sobre la actividad enzimática

(Sistema de ensayo: 5% en peso de tensioactivo Pluronic® + 10% en peso de CTec Cellic®)			
Tensioactivo	HLB	Actividad celulasa (u/g)	% de incremento de la actividad
Pluronic® F108	>24	412,2	22,3
Pluronic® F127	18-23	374,2	11,0
Pluronic® P85	12 - 18	368,7	9,4
Pluronic® P123	7-12	372,3	10,5
Pluronic® 25R2	1 - 7	358,2	6,3
Control	--	337,0	--

Control - 10% de solución CTec Cellic® sin tensioactivo.
HBL - Equilibrio hidrófilo-lipófilico.

2. Efectos de otros tensioactivos (diferentes de Pluronic®) sobre la actividad CTec Cellic®

Tabla 3. Efectos de otros tensioactivos sobre la actividad enzimática

(Sistema de ensayo: 5% en peso de tensioactivo + 10% en peso de CTec Cellic®)		
Tensioactivo	Actividad celulasa (u/g)	% de incremento de la actividad
Etoxilato de aceite de ricino, no iónico	335,6	2,0
Etoxilato de amina de sebo, catiónico	346,3	5,3
Cloruro de Cocobis (2-hidroxietil) metil-amonio, catiónico	351,6	6,9
Éster monooleato de sorbitán, no iónico	353,1	7,3
Monooleato de sorbitán, no iónico	321,5	-2,3
Control (sin tensioactivo, solo enzima)	329,0	--

5 Los datos de la Tabla 3 sugieren que el efecto de los otros tensioactivos sometidos a ensayo sobre la actividad enzimática no es significativo.

10 Así, como puede verse en estos ejemplos, no todos los tensioactivos tienen la capacidad de aumentar la actividad de la enzima de una manera significativa. Además, como se muestra en los ejemplos, cuanto mayor es el valor HLB del tensioactivo no iónico, mayor es el incremento del porcentaje de actividad con la enzima. Los resultados ciertamente fueron inesperados y sorprendentes con respecto al efecto del tensioactivo no iónico, especialmente un tensioactivo no iónico que tiene los valores de HLB de 7 o más, y más preferiblemente, 12 o más.

15 Cuando una cantidad, concentración u otro valor o parámetro se da como un intervalo, un intervalo preferido o una lista de valores preferidos superiores y valores preferentes inferiores se debe entender que describe específicamente todos los intervalos formados a partir de cualquier par de cualquier límite superior de intervalo o valor preferido y cualquier límite inferior o valor preferido, independientemente de si los intervalos se describen por separado. A
20 menos que se indique de otro modo, cuando en el presente documento se cita un intervalo de valores numéricos, se pretende que el intervalo incluya los puntos finales de los mismos, y todos los números enteros y fracciones dentro del intervalo. No se pretende que el alcance de la invención quede limitado a los valores específicos citados cuando se define un intervalo.

25 Otras modalidades de la presente invención serán evidentes para aquellos expertos en la materia a partir de la consideración de la presente memoria descriptiva y la puesta en práctica de la presente invención divulgada en el presente documento. Se pretende que la presente memoria descriptiva y los ejemplos se consideren como únicamente ejemplares, siendo indicado un verdadero alcance de la invención por las siguientes reivindicaciones y equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para degradar el lodo procedente de la pasta y/o la fabricación de papel, comprendiendo dicho método:
- 5 a) aplicar a dicho lodo
- i) al menos una enzima que tiene actividad celulasa, y
- 10 ii) al menos un tensioactivo no iónico que es un copolímero de bloque difuncional que tiene un valor de equilibrio hidrófilo-lipófilo (HLB) de al menos 7, o una composición que comprende i) y ii) y en el que dicha enzima y dicho tensioactivo no iónico están presentes en una relación en peso de enzima : tensioactivo no iónico de 0,1 : 10 a 10 : 0,1; y
- b) deshidratar dicho lodo.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha enzima o dicha composición tiene una actividad celulasa de al menos 10 unidades/g.
3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo no iónico está presente en una cantidad de al menos el 0,1% en peso de dicho i) y ii) o dicha composición.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en el que dicha enzima y dicho tensioactivo no iónico están presentes en una relación en peso de enzima : tensioactivo no iónico de 0,1 : 10 a 1 : 0,5.
- 25 5. El método de la reivindicación 1, en el que dicha enzima comprende además una lipasa.
6. El método de la reivindicación 1, en el que en dicho método para degradar, la fibra de celulosa está presente en dicho lodo.
- 30 7. El método de la reivindicación 1, en el que dicho método comprende además convertir azúcar, formado por la degradación del lodo, en etanol en un proceso de fermentación.
8. El método de la reivindicación 1, en el que dicho método se produce a una temperatura de desde 5°C hasta 75°C.
- 35 9. El método de la reivindicación 1, en el que dicho método se lleva a cabo en ausencia de cualquier adición separada de ácido o álcali, o ambos.
10. El método de la reivindicación 1, en el que dicho lodo comprende material de celulosa, en el que dicho material de celulosa está presente preferentemente en una cantidad de desde el 0,1% en peso hasta el 70% en peso basándose en el peso del lodo seco.
- 40 11. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo no iónico es un copolímero de bloque del tipo PEO-PPO-PEO.
- 45 12. El método de la reivindicación 1, en el que dicho valor de HLB es al menos 12.
13. El método de la reivindicación 1, en el que dicho valor de HLB es al menos 20 y preferentemente de 25 a 30.
- 50 14. El método de la reivindicación 1, en el que dicho método (a), antes de deshidratar dicho lodo, se produce durante un tiempo de 1 hora a 120 horas.
15. El método de la reivindicación 1, en el que dicha enzima está presente en una concentración del 0,05 al 35% en peso de dicho i) y ii) o dicha composición.
- 55 16. El método de la reivindicación 1, en el que dicho i) y ii) se añaden secuencialmente en el plazo de 30 minutos entre sí en cualquier orden.
17. El método de la reivindicación 1, en el que dicho tensioactivo no iónico tiene un peso molecular promedio de 1.000 a 20.000 g/mol.