

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/128481 A2

(43) Fecha de publicación internacional
20 de octubre de 2011 (20.10.2011)

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes:

A23K 1/14 (2006.01) F23G 7/02 (2006.01)
A23K 1/02 (2006.01) C05F 5/00 (2006.01)
D21C 3/00 (2006.01)

(72) Inventores; e

(71) Solicitantes : BLANCO GONZALEZ, Jose Luis [ES/ES]; calle Mayor de Gracia, 7, E-08012 Barcelona (ES). BLANCO FERNANDEZ, Ruben Jose Mariano [ES/ES]; calle Torroella de Montgri, 5, E-08027 Barcelona (ES). CANOVAS BERMEJO, Catalina [ES/ES]; calle Felipe de Paz, 41 entlo., E-08028 Barcelona (ES).

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/ES2011/070250

(22) Fecha de presentación internacional:

13 de abril de 2011 (13.04.2011)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

P 201000472 13 de abril de 2010 (13.04.2010) ES

(72) Inventor; e

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): NACENTA ANMELLA, Jose Maria [ES/ES]; calle Felipe de Paz, 41 entlo., E-08028 Barcelona (ES).

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA [ES/ES]; calle Jordi Girona, 31, E-08034 Barcelona (ES).

(74) Mandatario: SUGRAÑES MOLINE, Pedro; calle Provenza, 304, E-08008 Barcelona (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD FOR THE INDUSTRIAL EXPLOITATION OF THE STUBBLE OF PLANTS RICH IN PITH

(54) Título : PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LOS RASTROJOS DE LAS PLANTAS RICAS EN MÉDULA

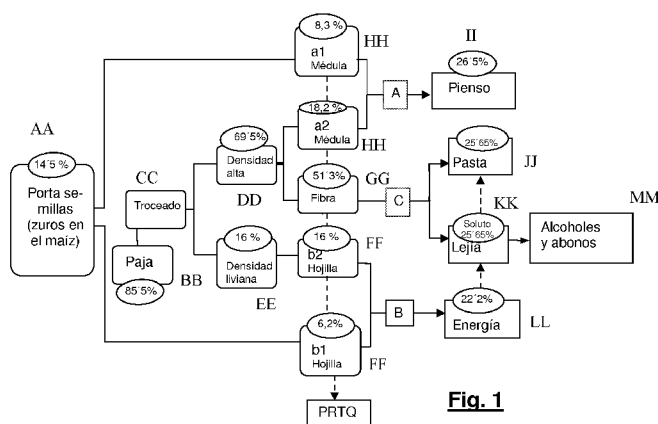


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for exploiting stubble, comprising a previous phase of conditioning the stubble, involving the operations of harvesting and parching by separating the straw and the seed plants; obtaining two fractions respectively corresponding to the leaflet or the pith; and cutting the straw in order to obtain a low-density fraction and a second high-density fraction from which subsequently two further fractions corresponding to the pith or the fibre are obtained, and an exploitation phase wherein at least part of the leaflet fractions is burned in order to obtain calorific energy, part of the fibre fraction is used in the production of papermaking pulp, and alcohol and lignin as sub-products, part of the pith fractions obtained is used in the production of animal feed, and the parts of the fractions not used in the production of the cited products are used to obtain alcohol and/or animal feed.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

AA...seed plants (corn cobs)
BB...straw
CC...cut straw
DD...high-density
EE... low-density
FF...leaflet
GG...fibre
HH...pith
II... animal feed
JJ... pulp
KK...liquor
LL... energy
MM...alcohol and fertiliser



KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- (84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible):
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY,

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

Procedimiento para el aprovechamiento de rastrojos, que comprende una fase previa de acondicionamiento del rastrojo que comprende las operaciones de cosechar y desecar por separado la paja y los porta semillas; obtener dos fracciones según se correspondan a hojilla o a médula, respectivamente; y trocear la paja para obtener una fracción de densidad liviana y otra fracción de densidad alta de la que posteriormente se obtienen dos subsiguientes fracciones según se correspondan a médula o a fibra, y una fase de aprovechamiento, en la que al menos una parte de las fracciones de hojilla se quema para obtener energía calorífica, una parte de la fracción de fibra se destina a la obtención de pasta papelera y como subproductos alcohol y lignina, y una parte de las fracciones de médula obtenidas se destina a la fabricación de piensos y las partes de las fracciones no empleadas en la obtención de los productos indicados, se emplea en la obtención de alcohol y/o piensos.

DESCRIPCION

“Procedimiento para el aprovechamiento industrial de los rastrojos de las plantas ricas en médula”

5

Sector técnico de la invención

La invención se refiere a un procedimiento para el aprovechamiento industrial de los rastrojos de las plantas ricas en médula, tal como el maíz, para la obtención combinada de pasta papelera, energía calórica o eléctrica, piensos
10 y abonos, y opcionalmente alcohol,

Antecedentes de la invención

Es conocida la utilización del rastrojo de plantas ricas en médula, como por ejemplo el de maíz, para la producción de pasta papelera. Sin embargo, en
15 los procesos productivos conocidos en general solamente se aprovecha la parte rica en fibra, desechándose el resto. En otros casos se viene utilizando la totalidad de la paja, sin someterse a operaciones de desmedulado previas, disminuyéndose notablemente el rendimiento del proceso.

De igual forma, son conocidos procedimientos para la obtención de piensos a partir de este tipo de plantas, en los que se utiliza toda la paja, lo que
20 obliga al tratamiento de la totalidad de la paja empleada con álcalis, con el propósito de eliminar el contenido de lignina, que dificulta la digestión de la paja por los animales domésticos.

El objetivo principal de la presente invención es dar a conocer un procedimiento combinado, susceptible de ser autosuficiente energéticamente,
25 que permita un aprovechamiento industrial optimizado a partir de la utilización íntegra de todo el rastrojo de la planta, sin fracciones de desecho.

Explicación de la invención

30 El procedimiento de la invención en esencia se caracteriza porque comprende una fase previa de acondicionamiento del rastrojo de la planta, que comprende las operaciones de a) cosechar y desecar por separado la paja y los porta semillas desecados; b) obtener de los porta semillas dos fracciones según la naturaleza de sus tejidos, según se correspondan a hojilla o a médula,

respectivamente; y c) trocear la paja desecada para obtener una fracción de densidad liviana, asimilable a hojilla, y otra fracción de densidad alta, para posteriormente obtener de esta fracción de densidad alta dos subsiguientes fracciones según la naturaleza de los tejidos, según se correspondan a médula o a fibra, respectivamente, comprendiendo además el procedimiento una fase de aprovechamiento, en la que al menos una parte de las fracciones de hojilla se quema para obtener energía calorífica, al menos una parte de la fracción de fibra se destina a la obtención de pasta papelera, y al menos una parte de la fracción de médula se destina a la fabricación de piensos.

10 La presente propuesta permite reducir el tratamiento químico necesario para la obtención de piensos para rumiantes, al destinarse para ello mayormente las respectivas fracciones ricas en médula que han sido previamente separadas. Asimismo, la cosecha por separado de los porta semillas y la paja, juntándose posteriormente las respectivas fracciones de bajo contenido en fibra (hojillas) para la producción de energía, permite el aprovechamiento del anhídrido carbónico y calor residual de este uso para la recuperación de la lignina contenida en los subproductos obtenidos del pulpeado de la fracción rica en fibra, y otras aplicaciones, a saber: el anhídrido carbónico en la separación de la lignina y consiguiente obtención de abonos, y el calor residual en la cocción en el pulpeado, producción de alcoholes, vapor, etc.

En definitiva, las separaciones y reuniones de las diferentes partes de la planta son cuantitativamente importantes a los efectos de las respectivas aplicaciones a que se destinan.

Así pues, según otra característica de la invención las lejías negras que se obtienen como subproducto del proceso industrial de obtención de pasta de papel a partir de la fracción de fibra, con hidróxido sódico o potásico, se neutraliza con ácido nítrico hasta pH 6 a 7, añadiéndose el ácido nítrico a razón de 1 parte de nítrico a 3 de agua aproximadamente mientras la lejía negra se agita, preferentemente a más de 400 rpm, y con posterioridad se acidifica con ácido carbónico procedente del anhídrido carbónico producido en la combustión de la fracción hojilla, precipitándose lignina, que es por si misma un abono, susceptible de enriquecerse con nitrógeno, potasio y fósforo, como también con diversos microelementos.

En una variante de la invención, después de la extracción de la lignina queda un substrato rico en polisacáridos, hexosas y pentosas, que se concentra en forma de jarabe o melaza y que se utiliza para la producción de piensos compuestos equilibrados; o alternatively se fermenta a alcohol mediante los microorganismos celulíticos, hemicelulíticos y productores de alcohol o con sus respectivos encimas.

Según otra característica de la invención, de la fracción de fibra se obtiene pasta papelera mediante pulpeado por uno de los procedimientos alcalinos estándar, o bien, con hidróxido amónico (NH_4OH), o con amoníaco (NH_3), en estos dos últimos casos llevándose a cabo el pulpeado a alta concentración y a presión superior a la atmosférica y a temperatura de 100 °C o superior, durante un tiempo suficiente para que se rompan los enlaces de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa, recuperándose el amoníaco por despresurización, para su reutilización.

De acuerdo con otra característica de la invención, en la operación c) de la fase previa de acondicionamiento, la paja se trocea en fragmentos de longitud inferior a 6 cm de largo y posteriormente se clasifica por densidades mediante un separador neumático o de disparo.

En una realización de interés, para obtener de la fracción de densidad alta las subsiguientes fracciones de médula y fibra en la operación c), se utilizan molinos desmeduladores.

Según otra característica de la invención, en la operación b) se utilizan molinos desmeduladores para separar las dos fracciones que corresponden a hojilla y médula.

De acuerdo con una forma de realización preferida, la parte de la fabricación de piensos es superior al 5% del rastrojo total empleado; la parte de las fracciones de hojilla que se destina a obtener energía calorífica es superior al 10% del rastrojo total empleado; y la parte de la fracción de fibra que se destina a pasta papelera es superior al 10% del rastrojo total empleado.

En otra variante de interés, al menos parte de las fracciones de médula, hojilla y fibra que no se destinan a la fabricación de piensos, obtención de energía calorífica y obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de alcohol y lignina sometiéndose dicha parte de rechazo a la operaciones de calentamiento en hidróxido amónico (NH_4OH) o en amoníaco

(NH₃) a una temperatura superior a 100 °C y a una presión superior a la presión atmosférica, un tiempo suficiente para que se rompan las uniones de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa; evaporación del amoníaco mediante despresurización, y recuperación del mismo; fermentación de los hidratos de carbono resultantes mediante estirpes selectas de microorganismos celulíticos, hemicelulíticos o productores de alcohol (o sus respectivos encimas); y separación de los alcoholes mediante destilación, con el calor residual de la combustión de las hojillas en la producción de energía.

Ventajosamente, del licor resultante de la operación de fermentación se precipita la lignina, mediante el CO₂ de la combustión de la parte de la fracción de hojilla destinada a la producción de energía calorífica; y el calor residual de dicha combustión se utiliza, como se dijo anteriormente, en la obtención de alcoholes y vapores, etc.

Según otra característica del procedimiento, al menos parte de las fracciones de hojilla y fibra que no se destinan a la obtención de energía calorífica ni a obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de piensos compuestos equilibrados, sometiéndose dichas partes de rechazo a las operaciones de: calentamiento en hidróxido amónico (NH₄OH) o en amoníaco (NH₃); en cualquiera de ambos casos, en proporción equivalente a 3 a 6 kg de amoníaco líquido por cada 100 kg de rechazo a una temperatura superior o igual a 100 °C; y, mediante despresurización de la materia orgánica resultante, recuperación del amoníaco.

En otra variante, al menos parte de las fracciones de hojilla y fibra que no se destinan a la obtención de energía calorífica ni a obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de piensos compuestos equilibrados, sometiéndose dichas partes de rechazo a la operación de tratamiento uniforme de cada 100 kg de rechazo con 20 a 25 litros de una disolución de hidróxido sódico del 20% en agua, lo que representa del orden del 4 al 5% de hidróxido sódico por cada 100 kg de rechazo, aplicándose dicha disolución gradualmente a presión y pulverización muy fina, haciéndose dicha mezcla a presión, y, a continuación, se puede aplicar, en otras variantes de interés, uno de los procesos siguientes: se granula inmediatamente la mezcla, o bien, se calienta la mezcla a 80 °C durante 15 minutos y se granula a continuación, o bien, se acumula dicha mezcla, muy prensada, compactada, a

temperatura del orden de los 25 °C durante 24 horas, de maduración, en un contenedor que a la vez que guarde el calor que se produce en la reacción química de la mezcla, permita la salida del vapor de agua resultante, y se granula a continuación.

5

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1, es un esquema que muestra el origen de las diferentes fracciones de hojilla, médula y fibra, así como su uso posterior de acuerdo con la invención;

10

La Fig. 2, es un diagrama que muestra el uso que se destina a cada fracción según una variante de realización preferida de la invención.

Descripción detallada de la invención

En el ejemplo de realización que a continuación se describe se utiliza el rastrojo de la planta del maíz. En el contexto de la presente invención, se denomina rastrojo a toda la parte aérea de la planta excepto al grano; y se denomina paja a la parte aérea de la planta excluyéndose los órganos portadores de las semillas (o porta semillas, que en el maíz se denominan zuros).

20

A los efectos prácticos y referencias descriptivas utilizadas, los tejidos de los rastrojos se agrupan bajo las denominaciones de fibra, médula y pajilla, siendo la fibra la parte útil en la obtención de pasta papelera al contener una alta proporción de tejido vascular de células largas, de alto contenido en celulosa y lignina, que está contenida principalmente en los tallos y las nerviaciones de las hojas, brácteas y vainas.

25

Por lo que a la médula se refiere, contiene alta proporción de tejido parenquimatoso, de células poliédricas, de escasa proporción de lignina y alta proporción de hemicelulosas, siendo apta para piensos sin necesidad de tratamiento químico. Se encuentra principalmente en los tallos, porta semillas (zuros, en el maíz) y en los pedúnculos de las espiga, en el maíz.

30

En cuanto a la pajilla, procede principalmente del limbo de las hojas y partes duras de los zuros, es de contenido alto en lignina y es buen combustible. Si parte de la pajilla o de la fibra se dedican a piensos, se requiere romper los

enlaces químicos de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa como se describirá más adelante, pues de lo contrario son mal digeridos por los animales domésticos.

El procedimiento parte de cosechar por separado el grano, los órganos portadores del grano (zuros, en el maíz) y la paja, siguiendo técnicas estándar actualmente en uso. La paja obtenida se cosecha en balas de la mayor densidad posible y preferiblemente de más de 300 Kg cada una, mientras que los porta semillas (zuros en el maíz) se cosechan en sacos de malla transpirable. Unos y otros se almacenan en trojes protegidos de la lluvia, viento y de posibles inundaciones, bajo tela plástica transparente que deje pasar el sol y debidamente apilados, de forma que se produzca la desecación por ventilación espontánea y continua. Los trojes pueden establecerse en los propios campos de cultivo.

Las balas de paja y los sacos de zuros se transportan a la instalación a ritmo y fechas previamente programadas y se procesan según se indica en el esquema de la Fig. 1.

En efecto, de los porta semillas (zuros, en el maíz) se obtienen, mediante el uso de molinos desmeduladores, dos clases de moliendas que dan lugar a la fracción a1, constituida principalmente por médula, y la fracción b1, constituida principalmente por hojilla.

De la paja, sometida previamente a una operación de triturado, se separa, mediante un separador neumático o de disparo, una fracción de densidad liviana que después será molida para obtener la fracción b2, asimilable a hojilla, de otra fracción de densidad alta, de la que posteriormente se separaran, mediante molinos desmeduladores, dos subsiguientes fracciones (a2 y C) según la naturaleza de los tejidos, según se correspondan a médula (a2) o a fibra (C), respectivamente.

Para separar las dos fracciones de paja troceada, se regula el caudal del aire en el separador neumático o el impulso en el separador de disparo para que la parte más densa resulte de entre el 65 y el 80% del total de la paja triturada, siendo la otra parte la considerada de densidad liviana, menos densa, que será de entre el 35 y el 20% restante de la paja triturada.

En cuanto a la operación de desmedulado de la fracción de densidad alta, se realiza con molinos desmeduladores tal y como se ha avanzado

anteriormente. Este es un tipo de molino de martillos cuya parte de molienda está rodeada de una camisa o criba con orificios de diámetro entre 3 y 7 mm. La fuerza centrífuga y el viento que origina el giro de los martillos separan las fracciones de forma que fuera de la camisa se recoge la fracción a2 (médula) con poca fibra (en porcentaje menor al 8%), y en el interior de la camisa la fracción C (fibra), con algo de médula (en porcentaje menor al 8%).

Las fracciones a1 (obtenida de los porta semillas, o zuros, en el maíz) y la fracción a2 (obtenida de la parte densa de la paja) se juntan constituyendo la fracción A (médula) que preferentemente se destina a piensos para rumiantes, sin más tratamiento.

Las fracciones b1 (obtenida de los porta semillas, o zuros, en el maíz) y la fracción b2 (resultante de la molienda de la paja de densidad liviana) se juntan constituyendo la fracción B (hojilla), una parte de la cual se destina a combustibles, pudiéndose utilizar la parte restante a producir piensos, en cuyo caso ha de ser tratada químicamente, tal y como se describirá en mayor detalle más adelante.

Una parte de la fracción C se destina a la obtención de pasta papelera siguiendo uno cualquiera de los procedimientos estándar, como por ejemplo el que consiste en pulpeado a la sosa o alcalino, preferentemente con hidróxido sódico, NaOH, o potásico, KOH; o bien con hidróxido amónico (NH₄OH) o con amoníaco (NH₃). En estos dos últimos casos, a alta concentración y a presión elevada, y a 100 °C.

Cuando se pulpea con hidróxido sódico o hidróxido potásico, a título de referencia, las proporciones son las siguientes:

Fibra seca (secada al aire)	1
Hidróxido	0,06 a 0,14
Agua	4 a 10

A las siguientes temperaturas:

- Entre 70 y 100 °C, durante 30 a 60 minutos; ó

- a temperatura ambiente de 22 a 25 °C, durante 24 a 48 horas; ó

- a presión y a una temperatura comprendida entre 150 ° y 170 °C, durante 15 minutos.

Con cualquiera de los hidróxidos citados, resulta un licor o lejía y una materia sólida que se refina, para desfibrilarla; luego se filtra y se lava por los procedimientos conocidos en la técnica para obtener la pasta papelera.

- 5 En el ejemplo que se describe, en el que se utiliza el rastrojo de la planta del maíz, de forma preferente la parte de la fracción A de médula que se destina a la fabricación de piensos es superior al 5% del rastrojo empleado; la parte de la fracción B de hojilla que se destina a obtener energía calorífica es superior a un 10%; y la parte de la fracción C de fibra que se destina a la obtención de pasta
- 10 papelera es superior al 10% del rastrojo empleado, todo ello con el propósito de que puedan optimizarse las sinergias existentes entre los procedimientos seguidos para alcanzar los propósitos indicados, tal y como se explica a continuación.

- Como subproducto del pulpeado con hidróxido sódico o potásico en la
- 15 obtención de pasta de papel a partir de la fracción C, resulta una lejía negra cuya composición varía según el tratamiento empleado y que puede aproximarse como sigue,

Agua	73 a 84%
Materia orgánica	75 Kg. a 126 Kg./m ³ (16% de lignina y 84 a 80% de hidratos de carbono, aproximadamente)
Sosa activa	0,3 a 0,6 Kg./m ³
Sosa inactiva	12 Kg. A 15 Kg./m ³ de Na
Sílice	2 a 3 Kg./m ³

- 20 La cantidad de lejía negra oscila entre 2 y 3 Tm de lejía por Tm de fracción C pulpeada.

- Cuando las lejías negras se obtienen por cocción con hidróxido amónico o con amoníaco concentrados y a presión, después del pulpeado, al despresurizar y alcanzar la presión atmosférica, se evapora amoníaco, NH₃,
- 25 que se recupera y se reutiliza. En el licor resultante queda materia sólida (celulosa y hemicelulosa y lignina, cuyos enlaces entre ellas se han roto), y polisacáridos y hexosas y pentosas resultantes de la hidrólisis de parte de la

celulosa y la hemicelulosa, respectivamente. La lignina se precipita mediante acidificación con ácido carbónico que se obtiene disolviendo en el licor el CO₂ resultado de la combustión de la fracción B de hojilla, quemada en la producción de energía. Se hace notar que de cada tonelada de hojilla quemada resulta
5 anhídrido carbónico más que suficiente para dicha separación de la lignina.

La lignina precipitada se filtra, y luego se concentra entre 30 y 40%, o se deseca, según convenga a su utilización, con el calor residual que se obtiene de la combustión de la fracción B hojilla.

Una vez separada la lignina, el licor resultante (que contiene mayormente
10 los hidratos de carbono antes mencionados) se concentra al estado de jarabe, o melaza, que se dedica a la formación de piensos concentrados equilibrados, o bien, se fermentan los hidratos de carbono con estirpes de levaduras específicas y/o sus respectivas encimas, para obtener alcoholes, los cuales se separan por destilación fraccionada.

15 Alternativamente, cuando las lejías negras resultan del pulpeado con hidróxido sódico o potásico, la lignina se precipita siguiendo las siguientes operaciones: primero se neutraliza la lejía hasta pH 6 a 7 con ácido nítrico, disuelto a 1 parte de nítrico a 3 de agua. Para ello la lejía negra se agita a más de 400 rpm, y el ácido se añade lentamente. A continuación, se acidifica con
20 ácido carbónico (que resulta de disolver en las lejías el CO₂ procedente de la combustión de la hojilla en la producción de energía calorífica), lo que precipita la lignina.

A su vez, en el licor resultante quedan polisacáridos que (como en el caso de pulpeado con hidróxido amónico) se aplican a la obtención de alcoholes,
25 o se concentran al estado de jarabes, o melazas para la formación de piensos compuestos.

La lignina finalmente obtenida tiene diversas aplicaciones industriales. Para la agricultura es, por si sola, una magnífica sustancia para abonar los suelos agrícolas y es susceptible de enriquecerse con otras composiciones que
30 contengan macro y micronutrientes.

Las partes de las fracciones A, B y C que no se dediquen a piensos, energía y obtención de pasta papelera se emplean para la obtención de alcoholes, sometiéndose dicha parte de rechazo (D) a las operaciones siguientes: molido (que pase mallas de 4mm de paso); calentamiento en

hidróxido amónico (NH_4OH) concentrado, o en amoniaco (NH_3) y a una temperatura de 100 °C, y a una presión superior a la presión atmosférica, un tiempo suficiente para que se rompan las uniones de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa; evaporación y recuperación del amoniaco mediante despresurización; y posterior fermentación de los hidratos de carbono resultantes, mediante humectación adecuada a las estirpes de microorganismos celulíticos específicos de la obtención de alcohol (y /o sus respectivos encimas). Los alcoholes resultantes se separan por destilación fraccionada con el calor residual de la producción de energía calórica. El sustrato remanente estará formado mayoritariamente por lignina y sus derivados. Este sustrato se deseca y se dedica a abonos o a materia prima industrial.

Naturalmente, para la óptima transformación de las partes del rastrojo en energía calorífica, se han de adecuar al sistema de alimentación: hogar y/o quemador o lecho fluidificado, mediante secado, y triturado a partículas de tamaño adecuado. Dichas fracciones del rastrojo pueden además adicionarse con otras biomásas y/o combustibles fósiles, tales como carbón pulverizado, fuel, etc.

La fracción A (médula) para dedicarla a piensos, por si sola, no necesita tratarse químicamente, por lo que, sin más, se destina a ser mezclada con los demás alimentos necesarios para hacer piensos (a los que solamente aporta alimentación energética) para rumiantes.

Finalmente, el procedimiento prevé obtener piensos para animales rumiantes también a partir de las fracciones B y C que no se destinen a energía o a la obtención de pasta papelera, respectivamente.

Para ello, según una forma de realización, una mezcla de esta parte de rechazo D, de las fracciones B y C, se tratan uniformemente cada 100 kg con 40 a 50 litros de una disolución del 10% de hidróxido sódico en agua (lo que representa entre 4 y 5% de hidróxido sódico en 100 kg de sólido de rechazo). Para lograr una humectación uniforme de la materia sólida, las soluciones citadas se aplican gradualmente con un aspersor de pulverización muy fina y, seguidamente, se trata con un mezclador de rotación y presión para granularse seguidamente.

Según otra forma de realización, la mezcla de la parte de rechazo D de las fracciones B y C, después de humedecidas, como se dijo anteriormente, se

acumula muy prensada (compactada) durante un periodo mínimo de 24h de maduración en un contenedor que, a la vez que guarde el calor producto de la reacción química que origina la mezcla, permita la salida del vapor de agua resultante. Pasado dicho período de maduración, opcionalmente puede
5 mezclarse uniformemente con la fracción A (médula).

Según otra forma de realización, la parte de rechazo D de las fracciones B y C, que no se dediquen a energía calorífica ni a pasta papelera, se somete a calentamiento durante más de 15 minutos y a 100 °C y presión superior a la atmosférica, en hidróxido amónico concentrado (por ejemplo: del 25% de
10 amoníaco, en proporción superior a 16 litros de hidróxido amónico por cada 100 kg de rechazo D); y evaporación y recuperación del amoníaco mediante despresurización y desecación de la materia orgánica resultante.

Según otra forma de realización, la parte del rechazo D de las fracciones B y C que no se dediquen a energía calorífica ni a pasta papelera, se somete a
15 la operación de calentamiento en amoníaco (NH_3) a presión superior a la atmosférica, en una proporción superior a 4 kg de amoníaco por cada 100 kg de rechazo D utilizado, a temperatura de 100 °C, durante más de 15 minutos; y recuperación del amoníaco mediante despresurización

Por cualquiera de las cuatro formas de realización, al producto resultante
20 se le denomina Pienso de Rastrojo Tratado Químicamente (PRTQ), y su valor alimenticio en raciones equilibradas es solamente energético.

Naturalmente, si se dedican a pienso parte de las fracciones B y / o C, las proporciones que a ello se dediquen habrán de ser sin menoscabo de la producción de energía y/o pasta papelera y/o abonos.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el aprovechamiento industrial de rastrojos de plantas ricas en médula, tal como el maíz, caracterizado porque comprende

5

- una fase previa de acondicionamiento del rastrojo de la planta, que comprende las operaciones de

a) cosechar y desecar por separado la paja y los porta semillas desecados;

10

b) obtener de los porta semillas dos fracciones según la naturaleza de sus tejidos, según se correspondan a hojilla (b1) o a médula (a1), respectivamente; y

c) trocear la paja desecada para obtener una fracción de densidad liviana, asimilable a hojilla (b2), y otra fracción de densidad alta, para posteriormente
15 obtener de esta fracción de densidad alta dos subsiguientes fracciones según la naturaleza de los tejidos, según se correspondan a médula (a2) o a fibra (C), respectivamente, y

- una fase de aprovechamiento, en la que al menos una parte de las fracciones de hojilla (b1 y b2) se quema para obtener energía calorífica, al
20 menos una parte de la fracción de fibra (C) se destina a la obtención de pasta papelera, y al menos una parte de la fracción de médula (a1 y a2) se destina a la fabricación de piensos.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las
25 lejías negras que se obtienen como subproducto del proceso industrial de obtención de pasta de papel a partir de la fracción de fibra (C), con hidróxido sódico, o potásico, se neutraliza con ácido nítrico hasta pH 6 a 7, añadiéndose el ácido nítrico a razón de 1 parte de nítrico a 3 de agua aproximadamente mientras la lejía negra se agita, preferentemente a más de 400 rpm, y con
30 posterioridad se acidifica con ácido carbónico procedente del anhídrido carbónico producido en la combustión de la fracción hojilla (b1 y b2), precipitándose lignina, que es por si misma un abono, susceptible de enriquecerse con nitrógeno, potasio y fósforo, como también con diversos microelementos.

3.- Procedimiento según la reivindicación anterior caracterizado porque después de la extracción de la lignina queda un substrato rico en polisacáridos, hexosas y pentosas, que se concentra en forma de jarabe o melaza y que se utiliza para la producción de piensos compuestos equilibrados; o
5 alternativamente se fermenta a alcohol mediante los microorganismos celulíticos, hemicelulíticos y productores de alcohol o con sus respectivos encimas.

10 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque de la fracción de fibra (C) se obtiene pasta papelera mediante pulpeado por uno de los procedimientos alcalinos estándar, o bien, con hidróxido amónico (NH_4OH), o con amoníaco (NH_3), en estos dos últimos casos llevándose a cabo el pulpeado a alta concentración y a presión superior a la atmosférica y a temperatura de 100
15 °C o superior, durante un tiempo suficiente para que se rompan los enlaces de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa, recuperándose el amoníaco por despresurización, para su reutilización.

20 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la operación c) de la fase previa de acondicionamiento, la paja se trocea en fragmentos de longitud inferior a 6 cm de largo y posteriormente se clasifica por densidades mediante un separador neumático o de disparo.

25 6.- Procedimiento según la reivindicación 5 caracterizado porque para obtener de la fracción de densidad alta las subsiguientes fracciones de médula (a2) y fibra (C), se utilizan molinos desmeduladores.

30 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en la operación b) se utilizan molinos desmeduladores para separar las dos fracciones que corresponden a hojilla (b1) y médula (a1).

8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la parte de la fabricación de piensos es superior al 5% del rastrojo total empleado; porque la parte de las fracciones de hojilla (b1 y b2) que se destina a obtener energía calorífica es superior al 10% del rastrojo total empleado; y porque la parte de la fracción de fibra (C) que se destina a pasta papelera es superior al 10% del rastrojo total empleado.

9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos parte de las fracciones de médula (a1 y a2), hojilla (b1 y b2) y fibra (C) que no se destinan a la fabricación de piensos, obtención de energía calorífica y obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de alcohol y lignina sometiendo dicha parte de rechazo (D) a las operaciones de:

- calentamiento en hidróxido amónico (NH_4OH) o en amoníaco (NH_3) a una temperatura superior a 100 °C y a una presión superior a la presión atmosférica, un tiempo suficiente para que se rompan las uniones de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa;

- evaporación del amoníaco mediante despresurización, y recuperación del mismo;

- fermentación de los hidratos de carbono resultantes mediante estirpes selectas de microorganismos celulíticos, hemicelulíticos o productores de alcohol (o sus respectivos enzimas); y

- separación de los alcoholes mediante destilación, con el calor residual de la combustión de las hojillas (b1 y b2) en la producción de energía.

10.- Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque del licor resultante de la operación de fermentación se precipita la lignina, mediante el CO_2 de la combustión de la parte de la fracción de hojilla (b1 y b2) destinada a la producción de energía calorífica.

11.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos parte de las fracciones de hojilla (b1 y b2) y fibra C que no se destinan a la obtención de energía calorífica ni a obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de

piensos compuestos equilibrados, sometándose dichas partes de rechazo (D) a las operaciones de:

- calentamiento en hidróxido amónico (NH_4OH) o en amoníaco (NH_3); en cualquiera de ambos casos, en proporción equivalente a 3 a 6 kg de amoníaco líquido por cada 100 kg de rechazo (D) a una temperatura superior o igual a 100 °C; y

- recuperación del amoníaco mediante despresurización de la materia orgánica resultante.

12.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque al menos parte de las fracciones de hojilla (b1 y b2) y fibra C que no se destinen a la obtención de energía calorífica ni a obtención de pasta papelera, respectivamente, se emplean para la obtención de piensos compuestos equilibrados, sometándose dichas partes de rechazo (D) a la operación de tratamiento uniforme de cada 100kg de rechazo (D) con 20 a 25 litros de una disolución de hidróxido sódico del 20% en agua, aplicándose dicha disolución gradualmente a presión y pulverización muy fina, haciéndose dicha mezcla a presión.

13.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque comprende la operación posterior de granular la mezcla inmediatamente.

14.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque comprende la operación posterior de calentar la mezcla a 80 °C durante 15 minutos y granular a continuación.

15.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque comprende la operación posterior de acumular dicha mezcla, muy prensada, compactada, a temperatura del orden de los 25 °C durante 24 horas, de maduración, en un contenedor que a la vez que guarde el calor que se produce en la reacción química de la mezcla, permita la salida del vapor de agua resultante, y granular a continuación.

