



No. 13-299260- -00000-0000

Fecha: 2013-12-23 16:35:17

Tra. 11 PATENTEIYII

Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Eve: 379 FASENACIONALII

Folios: 6

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

ENTRADA EN FASE NACIONAL

21. **EXPEDIENTE No.** _____

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE BIOMASA

54. **TITULO** _____

51. **CLASIFICACION INTERNACIONAL** _____

71. **SOLICITANTE** _____

GEOSYNFUELS, LLC

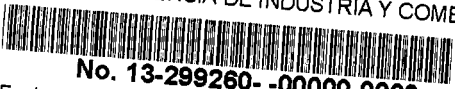
DOMICILIO _____

GOLDEN, CO, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

74. **APODERADO** _____

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

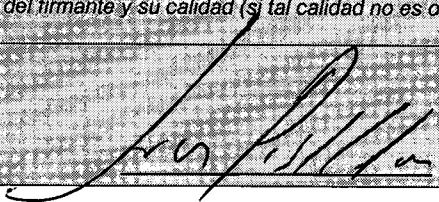
22. **BOGOTÁ, D.C.** _____

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO cación  No. 13-299260- -00000-0000 Fecha: 2013-12-23 16:35:17 Tra. 11 PATENTEIYII Act. 411 PRESENTACION Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Eve: 379 FASENACIONALI Folios: 6
--	---

AS. 126.782

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL –PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☐ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☒ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/US2012/039224	Fecha 23.05.2012
Publicación Internacional No.		WO 2012/162443	Fecha 29.11.2012
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE BIOMASA			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
1 GEOSYNFUELS, LLC			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		14818 West 6th Avenue, Unit A1, 80401	No. TELÉFONO
CIUDAD		Golden	CORREO ELECTRÓNICO
DEPARTAMENTO/ESTADO		CO	NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN US
PAÍS DE RESIDENCIA		US	
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. HARVEY, J.		Todd	CA
2. FLEMMING		Andrew, W.	US
3.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD
1. US		CO	Lakewood
2. US		CO	Littleton
3.			
DIRECCIÓN			
544 S. Cody Street, 80226			
11792 W. Belmont Place, 80127			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
CADENA SARMIENTO		JUAN PABLO	C.C. 80.410.337 T.P. 57492
DIRECCIÓN		Calle 70A 4 41	No. TELÉFONO 7442200
CIUDAD		Bogotá, D.C.	CORREO ELECTRÓNICO
PAÍS		CO	No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL
10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
1. US		US	13/113,633
2.			
3.			
			(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
			2011/05/23

11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.				
13	REDUCCIÓN DE TASAS			
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento. Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro ☐ Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☒ SI ☐ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	No. 13-111738, 90712, 111840 Fecha: 23 DIC 13.		
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)			
				
17	ANEXOS			
<table><tr><td> Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 31 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☐ Arte final 12 x 12. 8. ☒ Anexo formato digital. </td><td> Documentación Jurídica 9. ☒ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☒ Otros, especificar: Trad. IPRP, modificaciones Art. 34 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10. </td></tr></table>			Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 31 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☐ Arte final 12 x 12. 8. ☒ Anexo formato digital.	Documentación Jurídica 9. ☒ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☒ Otros, especificar: Trad. IPRP, modificaciones Art. 34 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 31 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☐ Arte final 12 x 12. 8. ☒ Anexo formato digital.	Documentación Jurídica 9. ☒ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☒ Otros, especificar: Trad. IPRP, modificaciones Art. 34 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.			

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau
(43) International Publication Date
29 November 2012 (29.11.2012) **WIPO | PCT**



(10) International Publication Number
WO 2012/162443 A2

- (51) International Patent Classification:
C12P 7/10 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2012/039224

(22) International Filing Date:
23 May 2012 (23.05.2012)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
132113633 23 May 2011 (23.05.2011) US

(71) Applicant (for all designated States except US): **GEO-SYNFUELS, LLC** [US/US]; 14818 West 6th Avenue, Unit A1, Golden, CO 80401 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **HARVEY, J., Todd** [CA/US]; 544 S. Cody Street, Lakewood, CO 80226 (US). **FLEMMING, Andrew, W.** [US/US]; 11792 W. Belmont Place, Littleton, CO 80127 (US).

(74) Agent: **NOVAK, Paul, G.**; Dickstein Shapiro LLP, 2049 Century Park East, Suite 700, Los Angeles, CA 90067-3109 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (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).

Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))



WO 2012/162443 A2

(54) Title: METHODS OF TREATING BIOMASS

(57) Abstract: A process for producing biofuel from biomass that includes free monosaccharides is provided. The process comprises the steps of mixing the biomass with a recycled hydrolysate for a sufficient time to elute a portion of the free monosaccharides from the biomass thereby forming a sugar enriched hydrolysate. Sugar enriched hydrolysate is then separated from the biomass and monosaccharides contained in the separated sugar enriched hydrolysate are fermented.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 13 - 111840

Bogotá D.C., Noviembre 01 de 2013 - 17:09:34

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	594596085	01/11/2013	93.263.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
2	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	30.000.00	60.000.00
				\$60.000.00

SON: **SESENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-299260-00000-0000

Fecha: 2013-12-23 16:35:17 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Noviembre 1 de 2013 - 17:09:55

126782

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-



RECIBO DE CAJA

No. 13 - 111738

Bogotá D.C., Noviembre 01 de 2013 - 17:09:34

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	594596085	01/11/2013	93.263.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	7 TTLOS-TRAMITES DE SOL. DE DISENOS INDUSTRIALES	500.000.00	500.000.00
				\$500.000.00
			=====	

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-299260- -00000-0000

Fecha: 2013-12-23 16:35:17 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Noviembre 1 de 2013 - 17:09:51

126782 6

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 13 - 0090712

Bogotá D.C., Septiembre 10 de 2013 - 15:44:41

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	560909145	10/09/2013	40.080.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
19	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	30.000.00	570.000.00
				\$570.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-299260- -00000-0000

Fecha: 2013-12-23 16:35:17 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Septiembre 10 de 2013 - 15:44:52



No. 13-299260-00000-0000

Fecha: 2013-12-23 16:35:17
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 379 FASENACIONALII
Folios: 6

3/00

PATENTE DE INVENCION ☐

MODE

☐
☐
☐
☐
☐

Indicación que se solicita una patente.

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

Descripción de la invención

Dibujos de ser estos pertinentes

Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa ☐

Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐

Indicación que se solicita una PCT

☐

Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☐

Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita Diseño industrial

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐

Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica de un esquema de trazado

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐

Incompleta ☐

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		PLANILLA DE RADICACIÓN - DIGITALIZACIÓN DIARIA RELACIÓN DE ANEXOS	
Dependencia: 2020		Fecha: <u>2013</u> / <u>12</u> / <u>23</u> / AAAA MM DD	
		Recorrido:	
Tipo de Radicación: Entrada: ☒ Salida: ☐ Traslado: ☐ Convenio: ☐			
Radicador:			Planilla:

ID	No. Radicación	Consecutivo	Item
1	13 - 299260	0	7
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Item	Unidad de Conservación
1	Bolsa
2	Caja
3	Libro
4	Sobre
5	Tomo
6	Otro
Item	Soporte Documental
7	CD
8	Disquete
9	DVD
10	Folleto
11	Foto
12	Periódico
13	Plano
14	Publicación Periódica
15	USB
16	Otro

Observaciones: El CD anexo contiene un total de 5 archivos: - 05 en formato pdf, los aiales fueron procesados LIZETH FONSECA
--

METODOS DE TRATAMIENTO DE BIOMASA

CAMPO DE LA INVENCION

El presente documento de patente se refiere a los aparatos y métodos para tratar la biomasa. Más particularmente, el presente documento de patente se refiere a los aparatos y métodos para tratar biomasa que incluye azúcares libres.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Conforme los países alrededor del mundo se vuelven más industrializados y la economía mundial continúa incrementándose en tamaño, la demanda y el peso del petróleo ha continuado elevándose en consecuencia. Esta elevación gradual en la demanda y el precio del petróleo ha sido además aumentada por el no descanso político en la mayoría de los países productores de petróleo y el suministro limitado de petróleo como un recurso.

Además de la escasez y el precio del petróleo, muchos científicos han reconocido el daño potencial a la atmósfera de la tierra que puede ser provocado por el consumo del petróleo como un combustible, debido al carbono adicional que es agregado a la atmósfera como resultado. Conforme la economía mundial continúa creciendo en tamaño, y con el volumen del petróleo consumido, la cantidad de carbono adicional agregado hacia la atmósfera es similarmente incrementada. En consecuencia, una cantidad significativa de investigación y desarrollo se ha dirigido al avance de la energía y las fuentes de combustible, renovables, alternativas.

Una manera reconocida de proporcionar una fuente de energía alternativa, renovable, es mediante extracción de azúcares de la biomasa y convirtiéndolas en un combustible consumible. Durante el proceso de crecimiento, la biomasa elimina dióxido de carbono de la atmósfera, como resultado, el uso de la biomasa como una fuente de combustible es considerado neutro en carbono para el ambiente. Además, la biomasa no sufre el mismo problema de recurso limitado que tiene el petróleo debido a que de manera contraria al petróleo, que se forma profundamente en el subsuelo después de muchos miles de años, la biomasa puede ser rápidamente regenerada en la siguiente estación de crecimiento.

Numerosos procesos han sido desarrollados para facilitar la conversión de la biomasa en una fuente de energía alternativa tal como

biocombustible. Estos procesos sufren de numerosos inconvenientes, incluyendo la formación de subproductos dañinos y la falta de eficacia, que afectan la viabilidad general de la tecnología.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

En vista de lo anterior, un objetivo de acuerdo a un aspecto del presente documento de patente es proporcionar aparatos y procesos mejorados para tratar la biomasa que incluye azúcares libres. Preferentemente, los aparatos y procesos están dirigidos a, o al menos mejoran, uno o más de los problemas descritos anteriormente. Para este fin, se proporciona un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye monosacáridos libres. El proceso comprende los pasos de mezclar la biomasa con un hidrolizado reciclado, por un tiempo suficiente para eluir una porción de los monosacáridos libres desde la biomasa, con lo cual se forma un hidrolizado enriquecido en azúcares. El hidrolizado enriquecido en azúcares es luego separado de la biomasa. Estos monosacáridos recién recuperados en el hidrolizado enriquecido en azúcares, separado, son luego fermentados. Los procesos pueden ser utilizados para producir biocombustible a partir de cualquier biomasa que incluya azúcares libres y en particular, puede ser utilizado para producir etanol a partir de bagazo.

En una modalidad, la biomasa es mezclada con el hidrolizado por un tiempo suficiente para eluir una mayor parte de los monosacáridos libres hacia el hidrolizado reciclado. En otra modalidad más, el mezclado ocurre hasta que 90% o más de los azúcares libres son eluidos hacia el hidrolizado reciclado.

En una modalidad del proceso, un paso adicional de pre-tratamiento de la biomasa para producir el hidrolizado y un residuo de biomasa es producido después del paso de separación. En otra modalidad más del proceso que incluye el paso de pre-tratamiento adicional, es realizado un paso adicional de separación del hidrolizado a partir del residuo de la biomasa. En una modalidad adicional, el hidrolizado proveniente del paso de separación es utilizado como el hidrolizado reciclado en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que contiene monosacáridos libres.

En algunas modalidades, los pasos de separación pueden ser realizados mediante prensado. El prensado puede ser utilizado para cualquier paso de separación, o ambos pasos de separación.

En al menos una modalidad del proceso, la biomasa es bagazo de caña de azúcar. El bagazo puede ser proporcionado por un molino de azúcar

como el subproducto de la producción de azúcar a partir de la caña de azúcar.

En otra modalidad más, el residuo de biomasa que resulta del paso de pre-tratamiento es convertido a un producto de alto valor.

En otro aspecto más de las modalidades descritas en la presente, es proporcionado un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres. El proceso comprende los pasos de mezclar la biomasa con una solución líquida hasta que un porcentaje sustancial de los azúcares libres en la biomasa son eluidos hacia la solución líquida, en donde la biomasa es mezclada con la solución líquida prior antes del pre-tratamiento de la biomasa. La solución líquida que incluye los azúcares libres es luego separada de la biomasa y luego los azúcares libres en la solución líquida separada son fermentados. En una modalidad del proceso, la solución líquida es el hidrolizado.

En otra modalidad más del proceso, la biomasa es bagazo de caña de azúcar. En ciertas modalidades, el bagazo de caña de azúcar puede ser proporcionado por un molino de azúcar.

En otro aspecto más de las diversas modalidades descritas en la presente, se proporciona un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres. El proceso comprende los pasos de mezclar la biomasa con un hidrolizado previo al pre-tratamiento de la biomasa. Los azúcares libres contenidos dentro de la biomasa son eluidos por el hidrolizado. El hidrolizado que incluye los azúcares libres eluidos es luego separado de la biomasa. Una vez que es separado el hidrolizado que incluye los azúcares libres eludidos, los azúcares libres contenidos dentro el hidrolizado pueden ser fermentados.

En una modalidad adicional, es realizado el paso de pre-tratamiento de la biomasa para producir una mezcla de hidrolizado y el residuo de biomasa. En otra modalidad más, el hidrolizado es separado del residuo de la biomasa y el hidrolizado es reciclado para ser mezclado con un nuevo lote de biomasa.

En otra modalidad más, el paso de fermentación es realizado con microbios inmovilizados.

En otra modalidad más, el residuo de la biomasa es encendido en una cámara de combustión. En ciertas modalidades, la combustión del residuo de la biomasa es utilizada para ayudar a accionar la planta. En algunas modalidades, particularmente modalidades donde el residuo de la biomasa es sometido a combustión, la concentración de los constituyentes que forman la escoria en el

residuo de la biomasa, puede ser sustancialmente reducida.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra un proceso para crear un biocombustible a partir de biomasa.

La Figura 2 ilustra una modalidad de un proceso para producir un biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres.

La Figura 3 ilustra el proceso de la Figura 2 utilizado en conjunto con un proceso para convertir la caña de azúcar en azúcar.

La Figura 4 ilustra una modalidad de un proceso para producir un biocombustible a partir de la biomasa que incluye azúcares libres.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCIÓN

En la siguiente descripción de las modalidades preferidas, se hace referencia a las figuras anexas que forman parte de la misma, y en las cuales son mostradas las modalidades específicas a manera de ilustración. Se debe entender que otras modalidades puedan ser utilizadas y puedan ser realizados cambios estructurales sin apartarse del alcance del presente documento de patente.

Consistente con su significado ordinario como una fuente de energía renovable, el término "biomasa" es utilizado en la presente para referirse a material biológico vivo o recientemente muerto que incluye carbohidratos, proteínas y/o lípidos que pueden ser convertidos a combustible para la producción industrial. A manera de ejemplo no limitante, "biomasa" se refiere a material vegetal, incluyendo, pero no limitado a pasto, caña de azúcar, bagazo de caña de azúcar, remolacha azucarera, paja de maíz, mazorcas de maíz, alfalfa, Miscantus, álamo y álamo temblón, desechos de sólidos biodegradables tales como árboles muertos y ramas, recortes de jardines, papel reciclado, cartón reciclado, y trozos de madera, el material vegetal listado anteriormente o material animal, y otros desechos biodegradables.

Consistente con su significado biológico ordinario, el término biomasa que incluye "azúcares libres" es utilizado en la presente para referirse a un subgrupo de biomasa que incluye monosacáridos tales como pentosas o hexosas que no están enlazadas en las estructuras de celulosa o de hemicelulosa. A manera de ejemplo no limitante, los tipos de biomasa que incluyen "azúcares libres" son: caña de azúcar, bagazo, remolacha azucarera, desechos de procesamiento de frutas, madera y pastos, por nombrar unos pocos. También

incluidos en la definición del término biomasa que incluye "azúcares libres" están las fuentes de biomasa que pueden no tener de manera natural "azúcares libres" pero son pre-procesados, por ejemplo mediante prensado, para liberar los monosacáridos de la celulosa o hemicelulosa en "azúcares libres."

La Figura 1 ilustra un proceso típico 10 para crear biocombustible a partir de la biomasa. En el proceso 10, la biomasa es recibida 12 y luego pre-tratada 16. Antes del pre-tratamiento 16, la biomasa puede ser opcionalmente pre-procesada (no mostrado). Un ejemplo del pre-procesamiento es la reducción del tamaño estructural de la biomasa, tal como por ejemplo madera troceada o desmenuzada en pequeñas piezas para incrementar su susceptibilidad al pre-tratamiento. La biomasa pre-tratada va luego hacia una separación sólida/líquido 18. El líquido extraído de la separación sólido/líquido 18 puede ser luego acondicionado 22 y fermentado y destilado 24 en un biocombustible.

El paso de pre-tratamiento 16 es utilizado para romper la red polimérica de la celulosa, hemicelulosa, y la lignina, formando la estructura de la biomasa de modo que los polisacáridos pueden ser reducidos a monosacáridos. Este proceso es comúnmente denominado como "pre-tratamiento" como se muestra en el paso 16 de la Figura 1. El paso de pre-tratamiento 16 está diseñado para reducir la obstinación de la biomasa a la sacarificación enzimática o química. El pre-tratamiento puede reducir la obstinación de la hemicelulosa y la celulosa en la biomasa a la sacarificación enzimática o química. En otras modalidades, el pre-tratamiento puede reducir la obstinación de la hemicelulosa o la celulosa o ambas en cantidades variantes y diferentes. Además, en algunas modalidades el pre-tratamiento puede seguir y además ser también responsable de la sacarificación de la hemicelulosa y/o la celulosa en sus componentes monosacáridos. Un hidrolizado líquido puede ser producido a partir del bagazo u otra biomasa durante el pre-tratamiento 16 utilizando un número de métodos que incluyen, por ejemplo, en un reactor a presión. La Tabla 1 lista los intervalos apropiados para las temperaturas, el tiempo de residencia, y el contenido de humedad necesarios para la separación y la hidrólisis de la hemicelulosa en un reactor a presión.

Tabla 1. *La temperatura indica la presión de recipiente sellado en un ambiente de vapor saturado

Condiciones de Pre-tratamiento del Reactor a Presión	
Temperatura*	105-200°C
Tiempo de residencia	1 minuto-24 horas
Contenido de Humedad	25-90%

Los reactivos pueden ser utilizados para aumentar la efectividad del paso de pre-tratamiento 16. Las diferentes fuentes de biomasa pueden responder mejor a la adición de diferentes reactivos. Los reactivos pueden incluir, pero no están limitados a: ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, dióxido de azufre, etanol, hidróxido de sodio y sulfito de sodio. Otros reactivos que reducen la obstinación de la biomasa a la eliminación de la hemicelulosa o la celulosa pueden ser también agregados.

Además de realizar el paso de pre-tratamiento 16 en un reactor a presión, el paso de pre-tratamiento 16 puede ser realizado utilizando un número de otros métodos incluyendo la pre-hidrólisis ácida, cocción a vapor, procesamiento alcalino, hélices giratorias, explosión de vapor, y molienda de bolas. El pre-tratamiento puede no solamente liberar y extraer la hemicelulosa y la celulosa, sino también puede facilitar el rompimiento de la hemicelulosa y la celulosa y solubilizar las pentosas y las hexosas al mismo tiempo para formar un hidrolizado mezclado con un residuo de la biomasa. La hidrólisis de las pentosas y las hexosas elimina la necesidad para agregar grandes cantidades de enzimas para producir azúcares monoméricos en el paso de acondicionamiento 22.

Una vez que la hemicelulosa y la celulosa son liberadas de la biomasa y los monosacáridos son solubilizados, la fermentación 24 puede comenzar. Mientras que la fermentación 24 puede ocurrir dentro de la mezcla del hidrolizado y el residuo de la biomasa, preferentemente el hidrolizado que contiene los azúcares es separado en el paso 18 vía una separación sólida/líquido y/o lavando el hidrolizado a partir del residuo de la biomasa y luego fermentado *ex-situ* en el paso 24. Dependiendo de la biomasa y los tratamientos empleados, el paso de pre-tratamiento e hidrólisis 16 puede producir azúcares solubles a partir de la biomasa en la forma de xilosa, manosa, arabinosa, galactosa, y glucosa listas para la fermentación en el paso 24. Una vez que los azúcares son fermentados en un biocombustible líquido, éstos pueden ser purificados a un combustible anhidro

puro vía procesos convencionales de destilación y deshidratación.

El presente documento de patente enseña un método para incrementar la efectividad del proceso 10 de la Figura 1 para fuentes de biomasa que ya incluyen azúcares libres presentes dentro de ellas antes del pre-tratamiento. Aunque el pre-tratamiento puede ser utilizado para liberar los azúcares libres mantenidos en la celulosa y en la hemicelulosa, el someter los azúcares libres que están presentes en ciertas fuentes de biomasa a pre-tratamiento puede dañar los azúcares libres. El daño a los azúcares libres previene que éstos estén disponibles para el procesamiento posterior en biocombustible en la fermentación y destilación subsecuentes 24, con lo cual se reduce la efectividad y la eficacia del proceso 10.

Además de los azúcares libres que no están disponibles para el procesamiento posterior en biocombustible debido a que son dañados durante el pre-tratamiento, la exposición de los azúcares libres al pre-tratamiento puede degradarlos a productos secundarios inhibitorios. El incremento de los productos secundarios inhibitorios en el hidrolizado impide además la habilidad de los microbios para procesar los monosacáridos en el hidrolizado a biocombustible en el paso fermentación y destilación 24.

Los productos secundarios inhibitorios, que son inhibitorios para el paso de fermentación 24, son producidos o extraídos de la biomasa durante el pre-tratamiento. En particular, los azúcares libres pueden ser degradados en productos secundarios inhibitorios durante el paso de pre-tratamiento 16. Las concentraciones de los inhibidores de la fermentación que se forman en la conversión de la biomasa a hexosas y pentosas fermentables, variará dependiendo de la fuente de la biomasa y de los métodos utilizados para el pre-tratamiento e hidrólisis 16. Por ejemplo, el ácido acético es producido mediante la escisión de los grupos acetilo de la hemicelulosa. Los compuestos fenólicos y polifenólicos (colectivamente "Compuestos fenólicos") son también formados a partir de la degradación de la lignina. Además, las pentosas y hexosas libres pueden ser degradadas debido a la deshidratación en furfural e hidroximetilfurfural (HMF). Mientras que los compuestos fenólicos generados, el furfural, el HMF, y el ácido acético son todos compuestos potencialmente valiosos, éstos son también inhibidores de la fermentación, y pueden prevenir o inhibir la fermentación, particularmente conforme sus concentraciones se incrementan.

Además, el furfural y HMF pueden degradarse adicionalmente para

producir ácido levulínico, ácido acético, y ácido fórmico, los cuales son inhibidores de la fermentación aún más potentes. Los compuestos fenólicos y polifenólicos producidos a partir de la hidrólisis de la hemicelulosa de madera y la degradación concomitante de la lignina incluyen guayacol, vainillina, fenol, ácido vainílico, ácido siríngico, ácido salicílico, ácido gentísico, otros. Muchos de otros compuestos, por ejemplo la vainillina y el ácido vainílico, se sabe que inhiben el crecimiento de y/o la fermentación con las levaduras microbianas, tales como *Pachysolen* y *Saccharomyces*.

Para este fin, el presente documento de patente enseña un nuevo y novedoso método para procesar biomasa que incluye azúcares libres (pentosas y hexosas) en biocombustible tal como etanol. La Figura 2 ilustra una modalidad de un método 20 para procesar biomasa que incluye azúcares libres, en biocombustible. En el método 20, después de que la biomasa es recibida 12, ésta es mezclada con el hidrolizado en el paso de mezclado 14. El hidrolizado puede ser hidrolizado reciclado proveniente de un paso de separación sólido/líquido corriente abajo en el proceso o un hidrolizado reciclado proveniente de otra fuente. El hidrolizado y la solución de la biomasa son luego adicionalmente procesados en un paso de separación sólido/líquido 28. En el paso de separación sólido/líquido 28, los azúcares libres y el hidrolizado son separados de la biomasa. Los pasos 14 y 28 ocurren antes del pre-tratamiento 16 y son utilizados para eliminar los azúcares libres de la biomasa antes del pre-tratamiento 16.

La eliminación de los azúcares libres de la biomasa antes del pre-tratamiento 16, permite que los azúcares libres sean procesados en biocombustible en vez de pasar a través del pre-tratamiento y ser degradados debido a la deshidratación en los productos secundarios inhibitorios tales como el furfural y el HMF. En consecuencia, los beneficios del proceso 20 son realizados en un incremento de azúcares disponibles para el procesamiento en biocombustible y en una reducción de los productos secundarios inhibitorios formados durante el pre-tratamiento y presentes en el hidrolizado.

Con referencia a la Figura 2, el paso de mezclado 14 es preferentemente realizado hasta que una mayor parte de los azúcares libres son eluidos de la biomasa hacia el hidrolizado, para formar un hidrolizado enriquecido en azúcar. Más preferentemente un gran porcentaje de los azúcares libres son eluidos y aún más preferentemente el paso de mezclado 14 es realizado por un tiempo suficiente para eluir 90% o más de los azúcares libres hacia el hidrolizado,

para formar un hidrolizado enriquecido en azúcares.

El paso de separación sólido/líquido 28 separa el líquido, el cual incluye el hidrolizado y los azúcares libres eluidos en éste, a partir del material sólido de biomasa. En una modalidad preferida, el paso de separación sólido/líquido 28, separa una mayor parte de los azúcares libres de los sólidos de biomasa. Más preferentemente, el paso de separación sólido/líquido 28 separa 75% o más de los azúcares libres de los sólidos de biomasa. Aún más preferentemente, el paso de separación sólido/líquido 28 separa 85% o más de los azúcares libres de los sólidos de biomasa.

El material sólido de biomasa proveniente del paso de separación sólido/líquido 14 es pre-tratado 16 justo como lo sería en la Figura 1, excepto que ahora han sido removidos una mayor parte de los azúcares libres. Después del paso de pre-tratamiento 16, el material va a través de un paso de separación sólido/líquido 18 adicional. De manera similar al paso de separación sólido/líquido 18 en la Figura 1, el paso sólido/líquido 18 en la Figura 2 separa el hidrolizado formado durante el pre-tratamiento a partir del residuo de la biomasa sólido. En el nuevo método de la Figura 2, el hidrolizado es reciclado nuevamente en el paso de mezclado 14 en vez de ser pasado directamente sobre el acondicionamiento 22 y la fermentación y la destilación 24.

En el proceso de la Figura 2, el acondicionamiento 22 de la solución y la fermentación y la destilación 24 ocurren utilizando el hidrolizado enriquecido en azúcares proveniente del paso de separación sólido/líquido 28. El hidrolizado enriquecido en azúcares, separado del paso de separación sólido/líquido 28 incluye no solamente el hidrolizado del paso de separación sólido/líquido 18, sino que también incluye una cantidad sustancial de los azúcares libres que son eluidos hacia el hidrolizado, cuando se mezcla con la biomasa en el paso de mezclado 14. El proceso 20 de la Figura 2 previene que una porción sustancial de los azúcares libres que son de origen natural en la biomasa 12 entren al paso de pre-tratamiento 16.

El paso de fermentación 24 puede ser realizado por un número de diferentes especies microbianas, incluyendo levaduras y bacterias. La fermentación puede ocurrir en un proceso por lotes o en un proceso continuo, y puede ser colocado en un biorreactor apropiado en consecuencia. Además, las especies microbianas pueden ser libres o inmovilizadas. Los diversos procesos y aparatos para la fermentación y la inmovilización son descritos con detalle en las

Solicitudes de Patente Publicadas de los Estados Unidos No. 2011-0056126 y No. 2011-0059497, las cuales son incorporadas por referencia en su totalidad. Además, numerosos procesos y aparatos para crear un producto celular encapsulado son descritos con detalle en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. 13/027,267, la cual se incorpora por referencia en la presente en su totalidad.

En al menos una modalidad del proceso 20, el residuo de la biomasa que permanece después de que el hidrolizado es separado en el paso de separación sólido/líquido 18 puede continuar adelante para ser convertido en un producto de alto valor. Por ejemplo, el residuo de lignina y celulosa puede ser elaborado en un combustible de alta densidad energética para el uso en la operación de la planta, o elaborado en un material de alimentación de molino de papel.

Aunque en la modalidad mostrada en la Figura 2, la biomasa que contiene los azúcares libres es mezclada con el hidrolizado en el paso de mezclado 14, otras soluciones líquidas pueden ser utilizadas en vez del hidrolizado. Cualquier solución líquida puede ser utilizada la cual eluirá los azúcares libres en la biomasa. Por ejemplo, en algunos casos puede ser ventajoso reciclar un agua de lavado, un condensado o la solución del proceso específico corriente abajo, como la solución de elución. O en el caso de un molino de azúcar, pueden existir corrientes internas en las operaciones existentes que podrían ser promovidas e integradas. Como se puede observar en la Figura 2, y en la modalidad preferida, el hidrolizado es utilizado en el paso de mezclado 14 debido a que éste es producido por el paso de pre-tratamiento 16 y puede ser reciclado hacia el paso de mezclado 14. El uso del hidrolizado también tiene otros beneficios, incluyendo la disminución de la concentración de los constituyentes formadores de escoria en el residuo de la biomasa como se discutirá más adelante.

Cuando el proceso 20 es primeramente iniciado, el hidrolizado puede no estar disponible para el paso de mezclado 14, debido a que ninguna biomasa ha pasado a través del pre-tratamiento 16 todavía. En consecuencia, en algunas modalidades, el proceso 20 puede necesitar ser auto-impulsado con el hidrolizado proveniente de un proceso previo. En otras modalidades, el proceso 20 puede ser iniciado utilizando una solución líquida alternativa y luego el hidrolizado reciclado es subsecuentemente utilizado una vez que la biomasa comienza a pasar a través

del paso de pre-tratamiento 16. En una modalidad alternativa, un lote pequeño de biomasa es procesado directamente a partir desde el paso de recepción 12 hacia el paso de pre-tratamiento 16 para producir el hidrolizado para reforzar el paso de mezclado 14 y el proceso 20.

Además de ser un proceso diseñado específicamente para crear biocombustible tal como etanol, el proceso 20 ilustrado en la Figura 2 puede ser insertado dentro o anexado a una variedad más amplia de plantas de procesamiento de biomasa, comerciales, existentes, incluyendo, por ejemplo, una planta de procesamiento de caña de azúcar.

La Figura 3 ilustra el proceso de la Figura 2, en conjunto con un proceso productor de azúcar. En el proceso 30 mostrado en la Figura 3, la caña de azúcar es recibida 32 y procesada como sería normalmente por un molino de azúcar para extraer el azúcar libre en el paso de extracción de azúcar 13. Los procesos normales utilizados por los molinos de azúcar para extraer los azúcares libres en la caña de azúcar no extraen el 100% de los azúcares libres de la caña de azúcar. En consecuencia, los azúcares libres todavía permanecen en el subproducto de bagazo que es pasado para el procesamiento posterior en biocombustible. En el proceso 30 de la Figura 3, similar al proceso 20 en la Figura 2 discutido anteriormente, los azúcares libres son eluidos por el hidrolizado en el paso de mezclado 14 y preservados para la fermentación al ser eliminados en el paso de separación sólido/líquido 28, en vez de ser pasados sobre el pre-tratamiento 16 donde éstos probablemente serían degradados en productos secundarios inhibitorios.

En las modalidades mostradas en las Figuras 2 y 3, los pasos de separación sólido/líquido 18 y 28 pueden ser realizados utilizando un número de métodos que incluyen, pero no están limitados a, centrifugación o prensado. El mismo método, o métodos diferentes pueden ser utilizados para el paso de separación sólido/líquido 18 y el paso de separación sólido/líquido 28. Si es utilizado el prensado, preferentemente el prensado puede ser logrado con una prensa de husillo. No obstante, otros numerosos tipos de prensas mecánicas o de máquina pueden ser utilizados. Por ejemplo, una prensa tal como una prensa hidráulica, una prensa hidro-mecánica, una prensa neumática o cualquier otro tipo de prensa que pueda aplicar la presión necesaria para separar el hidrolizado y la solución de azúcar libre del material de biomasa sólido o del residuo de la biomasa puede ser utilizada. La prensa puede tener una gama de capacidades y

configuraciones para exprimir el líquido. Preferentemente, la prensa puede generar desde al menos aproximadamente 10.5 kg/cm^2 hasta aproximadamente 21.1 kg/cm^2 . En otras modalidades, es deseable si la prensa puede generar al menos aproximadamente $1,410 \text{ kg/cm}^2$.

El producto final para que el residuo de la biomasa va a ser eventualmente utilizado, puede determinar qué tamaño y qué tipo de prensa utilizar para el paso de separación sólido/líquido 18. Por ejemplo, si el residuo de la biomasa va a ser eventualmente utilizado para generar fibras de celulosa para elaborar productos de papel, cartón o fibra de cartón, una presión más baja, tal como en el intervalo de 10.5 kg/cm^2 a 21.1 kg/cm^2 puede ser ventajoso para reducir al mínimo el daño a las fibras de celulosa. En el proceso que convierte el residuo de la biomasa en combustible de alta densidad de energía, pueden ser utilizadas presiones más altas para reducir al mínimo el contenido de humedad, sin considerar la calidad de la fibra. Como resultado, puede ser deseable emplear presiones de aproximadamente $1,410 \text{ kg/cm}^2$ o incluso superiores. En otras modalidades, no obstante, presiones dentro del intervalo de 10.5 kg/cm^2 a 21.1 kg/cm^2 pueden todavía ser utilizadas, ya que las prensas que generan estos tipos de presiones son fácilmente disponibles y comparativamente baratas en comparación a las prensas que son capaces de generar aproximadamente $1,410 \text{ kg/cm}^2$ de presión. Por ejemplo, las prensas que generan entre aproximadamente 10.5 kg/cm^2 y 21.1 kg/cm^2 de presión son rutinariamente utilizadas en las industrias del vino y del aceite de oliva para prensar uvas y aceitunas, respectivamente.

Cuando es utilizado el bagazo de caña de azúcar como la biomasa a partir de la cual el hidrolizado es prensado, la condición de las fibras en general no será importante, a no ser que el residuo de la biomasa vaya a ser utilizado como un material de alimentación para un molino de papel. No obstante, cuando el residuo de la biomasa derivado del bagazo es utilizado como un reemplazo de combustible de alta densidad de energía, el contenido de humedad es un factor importante. Por lo tanto, presiones altas en vez de bajas, pueden ser deseables para fines de realizar el paso de separación sólido/líquido 18. Consideraciones similares aplican para el paso de separación sólido/líquido 28.

El prensado también es ventajoso debido a que éste reduce la dilución del agua de lavado antes de la separación sólido/líquido. El agua de lavado puede ser utilizada para ayudar a separar el hidrolizado de la biomasa. No

obstante, el agua de lavado diluirá la corriente de azúcar y de este modo disminuirá la concentración de etanol resultante en el hidrolizado fermentado. Si se utiliza agua de lavado, la dilución de la corriente de azúcar puede ser mitigada por el uso de evaporadores o maquinaria similar para reducir el contenido de agua en el hidrolizado. El agua recuperada de la evaporación puede ser reciclada hacia los procesos de lavado subsiguientes. La adición de la evaporación como un paso de proceso incrementa la concentración de azúcar del hidrolizado y la concentración de etanol resultante de la fermentación, y con esto reduce los costos de destilación.

Una vez que el hidrolizado enriquecido en azúcares que incluye los monosacáridos es separado de la biomasa, existen un número de microbios que pueden ser utilizados para convertir los monosacáridos del hidrolizado, enriquecido en azúcares, en etanol u otros biocombustibles en el paso de fermentación 24. Por ejemplo, si el hidrolizado enriquecido en azúcares comprende un hidrolizado de celulosa, para incluir así la glucosa (que es una hexosa), la glucosa en el hidrolizado puede ser fermentada por un número de cepas de levaduras que incluyen *Saccharomyces cerevisiae* (levadura tradicional de panadero) y *Kluyveromyces marxianus* por nombras unas pocas.

Por otra parte, si el hidrolizado enriquecido en azúcares comprende un hidrolizado de hemicelulosa, el hidrolizado incluirá las pentosas xilosa y arabinosa, y una concentración más baja de hexosas, excepto en el caso del hidrolizado de madera blanda. En el caso de hemicelulosa de madera blanda, la hexosa manosa es el sacárido principal y la pentosa xilosa es la siguiente más abundante. Los microbios que pueden convertir la combinación de pentosas y hexosas encontradas en el hidrolizado de hemicelulosa en biocombustibles, tales como etanol, no son tan abundantes como aquellos disponibles para el hidrolizado de celulosa. Para convertir los azúcares del hidrolizado de hemicelulosa en etanol, los microbios que pueden fermentar los azúcares de cinco átomos de carbono y de seis átomos de carbono, son preferentemente utilizados, de modo que todos los azúcares constituyentes disponibles del hidrolizado de hemicelulosa pueden ser convertidos a etanol u otros biocombustibles. Lo mismo es cierto si el hidrolizado enriquecido en azúcares comprende una combinación de hidrolizado de celulosa e hidrolizado de hemicelulosa. Los microbios que pueden fermentar las hexosas y las pentosas pueden ser derivados de los géneros *Pachysolen*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, y *Candida*. *Pachysolen tannophilus* es preferentemente

utilizado en la fermentación de un hidrolizado líquido que comprende un hidrolizado de hemicelulosa. En particular, cuando es inmovilizado, se ha encontrado que *Pachysolen tannophilus* fermenta efectivamente el hidrolizado de hemicelulosa producido a partir de la madera blanda.

Además de las levaduras inmovilizadas, pueden ser utilizadas también bacterias inmovilizadas para fermentar los azúcares hexosas y pentosas en el hidrolizado enriquecido en azúcares. Por ejemplo, la bacteria recombinante *Zymomonas mobilis* (NREL recombinante 8b) puede ser utilizada para fermentar el hidrolizado de hemicelulosa producido a partir de fuentes de madera blanda, madera dura, y/o fuentes herbáceas.

Los microbios con propiedades metabólicas complementarias pueden ser también combinados en el mismo proceso de fermentación en el paso 24 para permitir que sus propiedades y habilidades complementarias, tales como las capacidades de fermentación complementarias de hexosa y pentosa o las velocidades metabólicas complementarias, sean utilizadas conjuntamente. Por ejemplo, debido a que *Zymomonas* recombinantes son incapaces de fermentar la manosa, la mayor parte del azúcar prevalente contenida en el hidrolizado de madera blanda, *Zymomonas mobilis* recombinante es preferentemente reunida con una levadura complementaria o bacteria complementaria que es capaz de fermentar efectivamente la hexosa manosa a etanol u otro biocombustible, cuando se utiliza para fermentar el hidrolizado de madera blanda. Por otra parte, en el caso del bagazo de caña de azúcar, donde el hidrolizado comprende principalmente xilosa y glucosa, otro microbio no es requerido para ayudar a las *Zymomonas* recombinantes a lograr una fermentación satisfactoria de los azúcares contenidos.

Otras combinaciones de microbios son también posibles, incluyendo la reunión de diferentes bacterias entre sí, la reunión de diferentes levaduras entre sí, la reunión de diversas levaduras y bacterias entre sí, o la reunión o combinación de cualquier número de microbios con características complementarias que incluyen el uso de cualquier número de microbios al mismo tiempo. Conforme se incrementa el número de los microbios combinados, no obstante, sus capacidades pueden comenzar a traslaparse significativamente, y con esto reducir el valor aditivo de los microbios adicionales.

Aunque se previene que una porción de los azúcares libres en la biomasa sean degradados en el paso de pre-tratamiento 16 al ser retirados en

paso de separación sólido/líquido 18, algunos productos secundarios creados a partir de la degradación del pre-tratamiento 16 pueden todavía existir. Además de los productos secundarios creados a partir de la degradación, otras moléculas pueden ser extraídas de la biomasa por las condiciones de pre-tratamiento y/o sacarificación durante el pre-tratamiento y el paso de hidrólisis 16. Estos compuestos extraídos pueden incluir terpenos, esteroides, ácidos grasos y ácidos de resina. Estos compuestos extraídos pueden también ser inhibitorios para los procesos metabólicos, incluyendo la fermentación, en levaduras y otros microbios, tales como bacterias.

Además, pueden ser encontrados cationes metálicos que incluyen calcio, aluminio, potasio y sodio en el hidrolizado, y pueden estar presentes metales pesados provenientes de la degradación de los recipientes metálicos debido a la hidrólisis. La presencia de tales cationes metálicos puede también ser inhibitoria por arriba de ciertas concentraciones.

En una modalidad del método como se muestra en la Figura 3, el residuo de biomasa (indicado como sólidos en la Figura 3) que es el producto del paso de separación sólido/líquido 18, puede ser encendido como combustible para la planta de molino de azúcar en un paso de combustión opcional 23. Un beneficio adicional de los procesos del presente documento de patente es que los pasos de lavado y prensado adicionales pueden además eliminar cationes solubles y elementos inorgánicos del residuo de biomasa antes de la combustión 23. Además, el uso del hidrolizado en la elución puede mejorar la elución de los cationes solubles sobre el uso solo de agua, debido a que en una solución ácida la solubilidad de los cationes se incrementa.

La eliminación de los cationes y los elementos inorgánicos del residuo de biomasa es importante debido a que tal residuo de biomasa es a menudo quemado como combustible en las cámaras de combustión. Durante la combustión, los cationes y los elementos inorgánicos son liberados de la biomasa y se depositan sobre las superficies de la unidad de combustión. Esto es llamado incrustación. La formación de escoria se refiere a la fusión de estos depósitos, formando una capa vítrea. La interacción de los depósitos con las superficies metálicas puede acelerar la corrosión, lo cual gradualmente destruye la superficie del metal, conduciendo a requerimientos de mantenimiento incrementados y a vida de servicio reducida de la instalación.

Los métodos actuales de enfrentar la formación de escoria a menudo

involucran la adición de aditivos minerales, principalmente aditivos basados en piedra caliza/dolomita y/o aditivos basados en arcilla o caolinita, para combatir los problemas operacionales relacionados a la ceniza, tales como la incrustación, la formación de escoria y la corrosión. Sin embargo, los métodos y procesos de la presente invención pueden reducir la incrustación, la formación de escoria y la corrosión resultante por la eliminación de algunos de los cationes solubles y los elementos inorgánicos que provocan la incrustación, la formación de escoria y la corrosión antes de la combustión 23.

Como se puede observar por la comparación de la Figura 2 y la Figura 3 a la Figura 1, la Figura 2 y la Figura 3 contienen un paso de mezclado adicional 14 y un paso de separación sólido/líquido adicional 28 antes del pre-tratamiento 16. La adición del paso de mezclado 14 y el paso de separación sólido/líquido 28 reducirán los cationes solubles en el residuo de biomasa antes de la combustión 24, de manera similar a la forma en que los pasos adicionales reducen los azúcares libres. En consecuencia, si los sólidos provenientes del paso de separación sólido/líquido 28 son quemados como combustible, estos pueden mostrar menos incrustación, formación de escoria y corrosión de la cámara de combustión.

Si los pasos de separación sólido/líquido son realizados mediante prensado, un gran porcentaje de la humedad puede ser eliminado del residuo de biomasa. Entre más humedad sea eliminada del residuo de biomasa, mayor es la reducción en la concentración de los constituyentes formadores de escoria, presentes en el residuo de biomasa. Mediante el mezclado y prensado repetitivos, la concentración de los constituyentes formadores de escoria puede ser adicionalmente reducida. Esto es debido a que cuando la biomasa es lavada o mezclada con el hidrolizado u otras soluciones, los constituyentes formadores de escoria pueden ser eluidos hacia la solución similar a los azúcares libres. Esto permite los pasos de separación subsecuentes, preferentemente realizados mediante prensado, para reducir la concentración de los constituyentes formadores de escoria. Los pasos de mezclado y prensado adicionales diferentes de aquellos mostrados en las modalidades de las Figuras, pueden ser utilizados. Además, la cantidad de cationes solubles u otro material inorgánico que serán eliminados del residuo de biomasa, serán sustancialmente incrementados si el paso de separación sólido líquido es realizado utilizando una prensa para reducir el contenido de humedad de la biomasa, preferentemente hasta 50 % o menos en

peso, más preferentemente por debajo de 30 % o menos.

En una modalidad del método, una cantidad sustancial de los cationes solubles que provocan la incrustación son eliminados del residuo de biomasa. En una modalidad preferida, una mayor parte de los cationes solubles que provocan la incrustación son eliminados del residuo de biomasa (sólidos) antes de la combustión 23. En otras modalidades, la concentración de los constituyentes formadores de escoria del residuo de biomasa, incluyendo los cationes solubles, es sustancialmente reducida antes de la combustión. A manera de ejemplo no limitante, los constituyentes formadores de escoria pueden incluir, pero no están limitados a cationes de silicio (Si), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y otros elementos inorgánicos encontrados en la biomasa.

Con el fin de enfrentar el potencial para los altos niveles de productos secundarios inhibitorios frecuentemente encontrados en el hidrolizado de biomasa – por ejemplo, los niveles que podrían inhibir los microbios de fermentación en su estado libre – durante el paso de fermentación 24, los microbios de fermentación pueden ser inmovilizados, y más preferentemente inmovilizados en alginato de calcio. La inmovilización confiere una resistencia incrementada de los microbios a los inhibidores y por lo tanto, incrementa la eficiencia de fermentación. Por ejemplo, la inmovilización en alginato de calcio reduce en gran medida la susceptibilidad de la levadura *Pachysolen tannophilus* a los inhibidores contenidos en el hidrolizado de madera blanda. Preferentemente, el alginato de calcio, u otro material utilizado para inmovilizar los microbios, está en una forma con un área superficial alta tal como en una forma de esfera, esponja o malla.

Mediante la inmovilización del o de los microbios fermentativos durante el paso de fermentación 24, la necesidad para el acondicionamiento 22 del hidrolizado de biomasa para reducir la concentración de, o posiblemente incluso eliminar completamente, los productos secundarios inhibitorios, se mejora de manera significativa. Esto es debido a que es eliminada la necesidad para disminuir la concentración de los productos secundarios inhibitorios a los niveles necesarios para la fermentación utilizando microbios libres. De este modo, como se refleja en las Figuras 2 y 3, el paso de acondicionamiento 22 para reducir la concentración de los inhibidores es un paso opcional.

El acondicionamiento del hidrolizado de biomasa en el paso de acondicionamiento 22 para reducir la concentración de los productos secundarios

inhibitorios, puede todavía ser deseable donde, por ejemplo, la concentración de los productos secundarios (ya sea individualmente o en combinación) es suficientemente alta para interferir con la fermentación de los azúcares incluso por el o los microbios inmovilizados. En tales casos, no obstante, la concentración de los productos secundarios inhibitorios en general no necesitará ser reducida a los mismos niveles como son necesarios para la fermentación utilizando microbios libres, y de este modo puede ser empleado un proceso menos severo y menos costoso de acondicionamiento. Para desplazar los costos asociados con el proceso de fermentación general, puede ser también deseable recuperar los productos secundarios que tienen un alto valor, a través de un paso de recuperación de producto secundario, de alto valor, opcional.

En algunos casos, puede ser también deseable realizar el paso de acondicionamiento 22 incluso cuando la concentración de los productos secundarios inhibitorios es insuficiente para inhibir la fermentación por el o los microbios utilizados donde, por ejemplo, los productos secundarios tienen alto valor y de este modo es deseable recuperar separadamente los productos secundarios de alto valor. Esto puede ser deseable, por ejemplo, donde el valor neto de los productos secundarios de alto valor, recuperados puede ser utilizado para desplazar, y por lo tanto disminuir, los costos asociados con el proceso de fermentación general. El paso de acondicionamiento 22 puede ser también utilizado para elevar los niveles de azúcar antes de la fermentación por la eliminación del agua del hidrolizado.

Existen numerosos métodos de realización del paso de acondicionamiento 22 para reducir las concentraciones de los productos secundarios inhibitorios. El empleo de diferentes métodos de acondicionamiento para el paso de acondicionamiento 22 dará como resultado diferentes niveles de concentración de los productos secundarios inhibitorios que permanecen en el hidrolizado. El método de acondicionamiento elegido para el paso de acondicionamiento 22 puede depender de una variedad de factores, incluyendo la sensibilidad del microbio utilizado durante la fermentación hacia los productos secundarios inhibitorios, los costos, y si existe o no un deseo para recuperar los productos secundarios de alto valor. Entre más sensible sea el microbio, más deseable será reducir la concentración de los productos inhibitorios a partir del hidrolizado de biomasa durante el acondicionamiento del hidrolizado en el paso 22. La movilización del o de los microbios fermentativos, no obstante, disminuirá la

sensibilidad del microbio a los productos secundarios inhibitorios y de este modo puede reducir la complejidad y los costos incurridos durante el paso de acondicionamiento 22. Algunos de los métodos de acondicionamiento que pueden ser empleados en el paso de acondicionamiento 22 para reducir la concentración de los productos secundarios incluyen, pero no están limitados a: 1) el sobreencalado del hidrolizado; 2) tratamiento con carbón activado (AC, por sus siglas en inglés) seguido por el ajuste del pH; 3) intercambio iónico seguido por sobreencalado; 4) tratamiento con AC, seguido por intercambio iónico; y 5) tratamiento con AC seguido por filtración en membrana.

Durante el proceso de acondicionamiento 22, los productos secundarios inhibitorios que tienen valor cuando son aislados, pueden ser recuperados. El hidrolizado proveniente de la separación sólido/líquido 18 contiene un número de productos secundarios de alto valor incluyendo, pero no limitados a ácido mineral utilizado en el proceso de pre-tratamiento 16 tal como ácido sulfúrico, ácido acético hidrolizado a partir de los polímeros de hemicelulosa, moléculas antioxidantes (compuestos fenólicos y polifenólicos) liberados de la hidrólisis parcial de la lignina, otros ácidos orgánicos, productos nutraceuticos, cosmeceuticos o farmaceuticos, y diferentes furanos y derivados de furano, tales como el 5-hidroximetilfurfural y furfural. La recuperación del producto secundario de alto valor puede ser lograda mediante la adsorción a diferentes matrices, incluyendo carbón activado, resina de intercambio iónico, membrana de intercambio iónico, resinas de “depuración” de molécula orgánica, esferas de poliestireno u otro medio tal con una alta área superficial. La recuperación del producto secundario de alto valor puede también ser lograda mediante la separación de éstos a partir de las pentosas y hexosas solubles, a través de cromatografía de exclusión iónica, cromatografía de lecho pseudo-móvil, cromatografía líquida de alta resolución o mediante métodos de filtración incluyendo micro-, nano- y ultrafiltración utilizando tecnologías de fibra hueca o de otras membranas. La recuperación del producto secundario de alto valor puede incluir varios de los procesos anteriormente mencionados, en serie, para recuperar diferentes especies moleculares. Además, los procesos de recuperación pueden ser diseñados a la medida para recuperar productos secundarios específicos de acuerdo a la naturaleza de la biomasa inicial. La recuperación de los productos secundarios de alto valor también proporciona un beneficio al proceso de fermentación 24, ya que muchos de los productos secundarios recuperados (ácido

acético, furanos y sus derivados, compuestos fenólicos y polifenólicos, ácido levulínico, ácido fórmico y otros) son inhibitorios para las levaduras y para la fermentación bacteriana de los azúcares a etanol. De este modo, la recuperación de los productos secundarios de alto valor incrementa la economía del proceso completo y permite una fermentación más eficiente 24 de las pentosas y las hexosas.

La recuperación opcional de los productos de alto valor a partir del hidrolizado, puede ocurrir a diferentes tiempos durante los procesos ejemplificados en la Figura 2 y en la Figura 3. Por ejemplo, los productos de alto valor pueden ser recuperados a cualquier tiempo después del paso de pre-tratamiento 16. Además, debido a que el hidrolizado reciclado nuevamente al paso de mezclado 14, la recuperación de los productos de alto valor puede ocurrir después el paso de separación sólido/líquido 28 antes de la fermentación paso de separación sólido/líquido 28 antes de la fermentación y la destilación.

Incluso después de la recuperación parcial de muchos productos de alto valor, las concentraciones de estos productos pueden permanecer elevadas, y considerando la naturaleza sinérgica de los inhibidores, son suficientes para interferir con la fermentación 24 de los azúcares a etanol. Con el fin de fermentar de manera más eficiente las hexosas y las pentosas que han sido separadas del residuo de biomasa y los productos de alto valor, los microbios de fermentación pueden ser inmovilizados. La inmovilización confiere una resistencia incrementada de los microbios a los inhibidores y por lo tanto, incrementa la eficiencia de fermentación. Por ejemplo, la inmovilización en un alginato de calcio reduce en gran medida la susceptibilidad de los microbios, tales como la levadura *Pachysolen tannophilus*, a los inhibidores contenidos en el hidrolizado de madera blanda. Preferentemente, el alginato de calcio, u otro material utilizado para inmovilizar los microbios, está en una forma con una gran área superficial tal como una forma de esfera, esponja o malla.

Una variedad de diseños de biorreactores, incluyendo un fermentador no agitado tradicional o un fermentador agitado, pueden ser utilizados para la fermentación del hidrolizado de biomasa utilizando microbios libres o inmovilizados. El reactor puede ser un reactor sumergido u otro tipo de reactor líquido. Con el fin de proporcionar el más alto rendimiento, un reactor sumergido es preferible para fermentar los azúcares de cinco átomos de carbono.

En el caso de los microbios que son inmovilizados, un reactor de

lecho empaquetado podría ser utilizado, o un sistema de tanques similar a aquel empleado para los procesos de carbono en pulpa en la industria de minería de oro, podrían ser utilizados. En el último, las esferas podrían ser inmovilizadas a contracorriente al flujo de la solución y podrían ser fácilmente recuperados para la regeneración. Los reactores de película delgada pueden también funcionar bien con los microbios inmovilizados.

Además, los contactores sólido/líquido pueden ser utilizados con microbios inmovilizados. Estos tipos de reactores incluyen columnas de intercambio iónico, reactores de lecho empaquetado, reactores de flujo lento y contactores giratorios. Otros reactores que puedan ser utilizados son los reactores tipo lecho fluidizado o de flujo ascendente.

La Figura 4 muestra una modalidad de un proceso 40 para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres. El proceso 40 es similar al proceso 20 mostrado en la Figura 2, excepto que han sido agregados los pasos de proceso adicionales 42, 44, 46 y 48 y un segundo hidrolizado es reciclado.

En el proceso 40 mostrado en la Figura 4, los sólidos de biomasa que resultan del paso de separación sólido/líquido 28 entran a un paso de mezclado adicional 42 y el paso de separación sólido/líquido 44 adicional, subsecuente, antes de entrar al proceso de pre-tratamiento 16. El paso de mezclado adicional 42 y el paso de separación sólido/líquido 44 ayudan a remover aun más los azúcares libres presentes en la biomasa antes de entrar al proceso de pre-tratamiento 16.

Como se puede observar en la Figura 4, en algunas modalidades la solución acuosa utilizada para el paso de mezclado adicional 42 puede ser reciclada desde el paso de separación sólido/líquido 48. Antes del paso de separación sólido/líquido 48, un paso de lavado adicional 46 es utilizado para combinar los sólidos del residuo de biomasa provenientes del paso de separación sólido/líquido 18 con una solución acuosa para eluir adicionalmente cualesquiera monosacáridos que fueron producidos durante el pre-tratamiento y/o hidrólisis 16. La mezcla producida durante el paso de lavado 46 incluye un hidrolizado diluido. La mezcla producida durante el paso de lavado 46 va luego a través de un paso de separación sólido/líquido 48 adicional. Un hidrolizado diluido es separado de los sólidos del residuo de biomasa. El hidrolizado diluido contiene monosacáridos remanentes adicionales. El hidrolizado diluido es reciclado como el solvente

líquido para el paso de mezclado 42.

Aunque las modalidades mostradas en las Figuras 2 y 3 muestran un paso de separación sólido/líquido simple antes y después el pre-tratamiento, y la Figura 4 ilustra una modalidad con dos (2) pasos de separación sólido/líquido antes y después del pre-tratamiento 16, otras modalidades pueden tener cualquier número de pasos de separación sólido/líquido y/o soluciones recicladas.

Una modalidad ejemplar del proceso mostrado en la Figura 4 será descrita ahora con respecto a un molino de azúcar. En el ejemplo, serán discutidos numerosos porcentajes, proporciones y cantidades. No se entiende que estos valores sean absolutos sino únicamente representativos de una modalidad ejemplar. Otros porcentajes, proporciones y cantidades pueden ocurrir en otras modalidades.

Por ejemplo, la modalidad ejemplar describe un molino de azúcar que produce azúcar y etanol. En la modalidad ejemplar, la caña de azúcar entra al molino de azúcar con aproximadamente 15 % de sacarosa (azúcar libre) en peso. Un molino de azúcar típicamente extraerá alrededor de 14 % del 15 % de la sacarosa en jarabes de azúcar de diversas concentraciones y el balance del 1 % permanece con el bagazo. Muchos molinos de azúcar modernos que también producen etanol dividen los jarabes de azúcar igualmente para la producción de azúcar y etanol. El presente documento de patente enseña los métodos y aparatos para extraer también una cantidad sustancial del balance del 1 % que permanece con el bagazo para el procesamiento posterior en etanol.

Mientras que los molinos modernos de azúcar/etanol frecuentemente dividen los jarabes de azúcar igualmente para la producción de azúcar y etanol, la proporción de la azúcar libre utilizado para elaborar el azúcar consumible versus el porcentaje de la azúcar libre que es utilizado para la producción de etanol puede ser diferente de 1:1 en las modalidades del presente documento de patente. Por ejemplo, la proporción puede ser 3:1 o 1:2 o incluso 1:3 o 1:2 o cualquier otra proporción. En particular, el molino de azúcar puede cambiar la proporción del azúcar libre utilizado para crear azúcar consumible y etanol, con base en la demanda del mercado. Por ejemplo, conforme el precio del etanol se eleva y el precio del azúcar baja, la planta puede cambiar la proporción más hacia el etanol. Como otro ejemplo más, el molino de azúcar puede comenzar a tener inventario en exceso ya sea de azúcar o de etanol y desear cambiar la proporción hacia el otro producto, para permitir que el inventario sobre-almacenado sea disminuido.

De manera similar a la proporción de azúcar utilizado para la producción de azúcar y etanol, las proporciones dadas más adelante en esta modalidad ejemplar son dadas con respecto a la modalidad ejemplar descrita y otras proporciones, porcentajes y valores pueden ser utilizados en otras modalidades.

Mil (100) kilogramos (una (1) tonelada) de caña de azúcar húmeda fresca (Marca A en la Tabla 1) entra a un molino de azúcar. Esta puede estar en cualquier proporción de sólido a líquido, sin embargo, para este ejemplo, la caña de azúcar húmeda es aproximadamente 88 % líquido y 12 % sólidos. La caña de azúcar húmeda contiene aproximadamente 15 % de sacarosa (15 % de azúcares libres) cuando entra al molino de azúcar. La caña de azúcar es procesada por el molino de azúcar en una solución de azúcar recuperada y bagazo residual (Marcados B y C respectivamente en la Tabla 1). En esta modalidad ejemplar, la caña de azúcar es procesada por el molino de azúcar y 14 % de los azúcares libres son removidos para el procesamiento en azúcar/etanol y el bagazo es enviado para la extracción adicional de azúcar para el procesamiento en etanol. Como se explicó anteriormente, estas proporciones pueden ser variadas a propósito o debido a otros factores. Sin embargo, 14 % del retiro de azúcar libre con un 1 % de azúcar remanente en el bagazo, es un valor típico para los molinos de azúcar que no están procesando la caña de azúcar con ningún tratamiento especial que intentar y extraer los azúcares libres adicionales.

Durante el procesamiento de la caña de azúcar por el molino de azúcar, lo cual puede ser realizado mediante prensado u otros medios, una cantidad sustancial de la humedad es removida y una tonelada de azúcar de caña húmeda es reducida aproximadamente a 240 kg. (0.24) toneladas de bagazo con un contenido de humedad de 50 % (120 kg. (0.12 toneladas) de sólido y 120 kg(0.12 toneladas) de líquido). Debido a que una cantidad sustancial de la masa de la caña de azúcar es extraída con el retiro del 14 % de azúcar libre, el contenido de azúcar total del bagazo remanente es de aproximadamente 4.2 %. La Tabla 1 describe las proporciones y los porcentajes.

Tabla 1.							
		Conteni- do de sacarosa (azúcar libre) % de100Kg (1 Tonelada)	Conteni- do de Humedad	Conteni- do de Sólidos	Sacarosa (azúcares libres) por kilogramo (kg)(tonela da (t))	Azúcare s (gramos /Litro)	Masa Total en kilogramo (kg)(Tonelada (t))
A	Caña de azúcar húmeda	15 %	88 %	12 %	150(0.15)	170.5	1000(1.0)
B	Azúcar Recuperada	14 %	100 %	0 %	140(0.14)	184.2	760(0.76)
C	Bagazo	1 %	50 %	50 %	1(0.001)	83.3	240(.24)

El bagazo (C), el cual contiene 0.1 tonelada u 83.3 gramos/litro (g/l) de azúcares libres en esta etapa, entra al proceso de mezclado 14 donde es mezclado con una solución acuosa tal como el hidrolizado proveniente de un paso de separación sólido/líquido 18 (Marcado D en la Tabla 2). En esta modalidad ejemplar, la localización del paso de separación sólido/líquido 18 de donde es reciclada la solución acuosa, es después del proceso del pre-tratamiento 16. Debido a que la solución acuosa es reciclada después del proceso de pre-tratamiento 16, la solución acuosa puede ser un hidrolizado. En esta modalidad ejemplar, para fines de ilustración de una modalidad del proceso, aproximadamente 320 kg (0.32 toneladas) de hidrolizado son reciclados al paso de mezclado 14. 320 kg (0.32 Toneladas) del hidrolizado contiene 16 kg (0.016 toneladas) de azúcar (azúcares libres) a aproximadamente 50 g/l.

En una modalidad preferida, el bagazo (C) y el hidrolizado (D) son mezclados por un tiempo suficiente para permitir que una mayor parte de los azúcares libres en el bagazo sean eluidos en el hidrolizado. Una vez que el hidrolizado (D) es mezclado con el bagazo entrante (C) por un tiempo suficiente, una solución de bagazo (C+D) es pasada al paso de separación sólido/líquido 28. Aunque para esta modalidad ejemplar (C+D) da como resultado una solución de bagazo que es aproximadamente 79 % de líquido, son posibles otras proporciones de sólido a líquido. En una modalidad preferida, la proporción sólido a líquido de la solución de bagazo (C+D) tiene un intervalo de 60 a 85 % de líquido.

El paso de separación sólido/líquido 28 separa la solución de bagazo (C+D) en un prensado líquido (Marcado E en la Tabla 2) que incluye hidrolizado

enriquecido en azúcar, y una solución de bagazo (F). Para fines de esta modalidad ejemplar, el paso de separación sólido/líquido reduce el contenido de líquido de la solución de bagazo (F) a 30 % de líquido y 70 % de sólido. En otras modalidades, el paso de prensado 28 puede dar como resultado más o menos líquido que es separado del bagazo sólido resultante en una diferente proporción de sólido a líquido para la solución de bagazo (F). Por ejemplo, el paso de prensado 28 puede extraer más líquido y la solución de bagazo resultante (F) puede ser 25 % de líquido y 75 % de sólido. Otras proporciones sólido a líquido de la solución de bagazo (F) pueden existir en otras modalidades, incluyendo 50 % o 55 % de líquido y 50 % o 45 % de sólido, respectivamente. Entre más líquido se separe del bagazo sólido más azúcares libres pueden ser extraídos. Para esta modalidad, las propiedades del prensado (E) y de la solución de bagazo (F) después del paso de separación sólido/líquido 28 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.						
		Contenido de Humedad	Contenido de Sólido	Sacarosa (azúcares libres) en kilogramos (kg) (Tonelada (t))	Azúcares (gramo/ Litro)	Masa Total en kilogramo (kg)(Tonelada (t))
D	Hidrolizado 1	100 %	0 %	16(0.016)	50.0	320(0.32)
C+D	Solución de Bagazo que entra al paso de separación S/L 28.	79 %	21 %	26(0.026)	59.1	560(0.56)
E	Prensado después del paso de separación S/L 28	100 %	0 %	23(0.023)	59.1	389(0.389)
F	Sólido después del paso de separación S/L 28	30 %	70 %	3(0.003)	59.1	171(0.171)

La solución de Bagazo (F) es enseguida pasada a un segundo paso de mezclado 42 donde ésta es mezclada con una segunda solución acuosa (Marcada G en la Tabla 3). Similar al paso de mezclado 14, la solución acuosa G puede ser hidrolizado o un hidrolizado diluido proveniente del paso del proceso después el paso de pre-tratamiento 16 tal como el reciclado del hidrolizado diluido proveniente del paso de separación sólido/líquido 48. La combinación de la solución de bagazo (F) y el hidrolizado diluido (G) es luego pasada a otro paso de

separación sólido/líquido 44 donde se separa en un prensado (H) (el cual incluye el hidrolizado enriquecido con azúcar) que contiene 4 kg (0.004 toneladas) de azúcar libre y una solución de bagazo (J) con 1 kg (0.001 toneladas) de azúcares libres.

Tabla 3.						
		Contenido de Humedad	Contenido de Sólido	Sacarosa (azúcares libres) en kilogramos (kg) (Tonelada (t))	Azúcares (gramo/ Litro)	Masa Total en kilogramos (kg) (Tonelada (t))
G	Hidrolizado 2	100 %	0 %	20(0.02)	4.4	400(0.4)
F+G	Solución de Bagazo que entra al paso de separación S/L 44.	79 %	21 %	20(0.005)	10.6	571(0.571)
H	Prensado después del paso de separación S/L 44.	100 %	0 %	4(0.004)	10.6	400(0.4)
J	Sólido después del paso de separación S/L 44.	30 %	70 %	1(0.001)	10.6	171(0.171)

En este punto más del 99 % de los azúcares libres que estaban en el bagazo original (C) que entró en el proceso 40 han sido extraídos. La solución de bagazo (J) contiene únicamente 0.001 tonelada de azúcares libres. En consecuencia, el bagazo (J) puede ser posteriormente procesado en el paso de pre-tratamiento 16 para liberar algunos de los azúcares enlazados en la celulosa y hemicelulosa para la extracción posterior. Dependiendo del proceso de pre-tratamiento utilizado, el agua, vapor y/o ácido pueden ser todos agregados a la solución de bagazo (J) durante el proceso de pre-tratamiento 16. El resultado del proceso de pre-tratamiento 16 es una solución de hidrolizado (K) que incluye un residuo de biomasa (L). Las propiedades de la solución de hidrolizado resultante (K) son mostradas en la Tabla 4. Como se puede observar en la Tabla 4, 180kg(0.18 toneladas) de azúcar (K-J) es extraído durante el proceso de pre-tratamiento 16 a partir de 171 kg(0.171 toneladas) de residuo de bagazo (120 kg (0.12 toneladas) de bagazo sólido y 51 kg (0.051 toneladas) de líquido).

La solución de hidrolizado (K) es luego llevada a través de un paso de separación sólido/líquido 18. El paso de separación sólido/líquido 18 separa la

solución de hidrolizado (K) en un hidrolizado (D), el cual es reciclado como se explicó anteriormente, y el residuo de biomasa L. El hidrolizado (D) proveniente del paso de separación sólido/líquido 18 es reciclado nuevamente hacia el paso de mezclado 14. El residuo de biomasa (L) continúa hacia el paso de lavado 46.

Tabla 4.						
		Contenido de Humedad	Contenido de Sólido	Sacarosa (azúcares libres) en kilogramos (kg) (Tonelada (t))	Azúcares (gramo/Litro)	Masa Total en kilogramos (kg) (Tonelada (t))
G	Hidrolizado	80 %	20 %	19(0.019)	50.0	450(0.45)
F+G	Residuo de Biomasa después del paso de separación sólido/líquido 18	30 %	70 %	2(0.002)	50.0	130(0.13)

En el paso 46, el residuo de biomasa puede ser lavado con una solución acuosa. La solución acuosa puede ser cualquier combinación de reactivos diseñados para ayudar a extraer los azúcares remanentes. En esta modalidad ejemplar, la solución acuosa es 400 kg (0.4 toneladas) de agua (M).

Tabla 5.						
		Contenido de Humedad	Contenido de Sólido	Sacarosa (azúcares libres) en kilogramos (kg) (Tonelada (t))	Azúcares (gramo/Litro)	Masa Total en kilogramos (kg) (Tonelada (t))
G	Solución Acuosa	100 %	0 %	0(0.000)	0.0	400(0.4)
L+M	Solución de residuo de biomasa que entra al paso de separación S/L 48.	83 %	17 %	2(0.002)	4.4	530(0.53)
N	Sólido después del paso de separación S/L 48.	30 %	70 %	0(0.000)	4.4	130(0.13)

La solución de residuo de biomasa (L+M) que es formada después de que la solución acuosa (M) es agregada al residuo de biomasa (L), es luego pasada a un paso de separación sólido/líquido 48. El paso de separación

sólido/líquido 28, separa la solución de residuo de biomasa (L+M) en un hidrolizado diluido (G) y un residuo de biomasa lavado (N) como se puede observar a partir de la Tabla 5, el residuo de biomasa lavado (N) virtualmente no tiene azúcares libres remanentes. El residuo de biomasa lavado (N) puede ser desechado, utilizado como combustible para la planta, o convertido en algún otro producto de alto valor. El hidrolizado diluido (G) es reciclado nuevamente al paso de mezclado 42.

La discusión anterior rastreó la trayectoria de los sólidos (pasos de proceso 12, 14, 28, 42, 44, 16, 18, 46, 48) a través de una modalidad ejemplar del proceso 40. Sin embargo, el líquido (prensado E y H también conocido como hidrolizado enriquecido en azúcar e hidrolizado diluido enriquecido en azúcar) de los pasos de separación sólido/líquido 28 y 44 respectivamente, es posteriormente procesado en un biocombustible. La combinación del prensado (E+H) es mostrada en la Tabla 6.

Tabla 6.						
		Contenido de Humedad	Contenido de Sólido	Sacarosa (azúcares libres) en kilogramos (kg) (Tonelada (t))	Azúcares (gramo/ Litro)	Masa Total en kilogramos (kg) (Tonelada (t))
E+H	Prensado Final para la Fermentación	100 %	0 %	272(0.0272)	34.5	790(0.79)

El prensado final (E+H) puede ser acondicionado en el paso de acondicionamiento en solución 22 como se discutió anteriormente. Sin embargo, el paso de acondicionamiento 22 es opcional y el prensado final (E-H) puede proceder directamente hacia la fermentación y destilación. Dado un rendimiento de etanol de 588.99 litros por tonelada de azúcar o un rendimiento de 86.6 %, 0.12 tonelada de bagazo podría producir 15.99 litros (4.23 galones) de etanol. Esto da como resultado un rendimiento de 133.47 litros (35.26 galones) de etanol por tonelada de bagazo.

El ejemplo anterior extrae 17 kg (0.0175 toneladas) de azúcares extra del bagazo sólido durante el proceso de pre-tratamiento. La sustracción de esta cantidad de la sacarosa (E+H), deja 9 kg(0.0097 toneladas) de azúcar. Esta es la cantidad del azúcar libre que fue extraída de la 0.01 tonelada (100 kg) original del azúcar libre en el bagazo (C). Esto da como resultado una extracción

de 97 % del azúcar libre originalmente encontrado en el residuo de bagazo húmedo. Para este fin, los azúcares libres en el bagazo son convertidos en 5.7 litros de etanol (1.5 galones) lo cual da como resultado un rendimiento de 47.31 litros (12.5 galones de etanol por tonelada de bagazo seco proveniente sólo de los azúcares libres no extraídos durante el proceso de molino de azúcar original.

Aunque la modalidad ejemplar discutida en la presente dio como resultado 97 % de la azúcar libre originalmente encontrado en el bagazo que es extraído, otros porcentajes pueden también resultar. En las modalidades preferidas, aproximadamente 80 % a 99 % del azúcar libre en el bagazo es extraído para la conversión en biocombustible.

Aunque las modalidades han sido descritas con referencia a las Figuras y los ejemplos específicos, será fácilmente apreciado por aquellos expertos en la técnica que muchas modificaciones y adaptaciones de los procesos y aparatos descritos en la presente son posibles sin apartarse del espíritu y alcance de las modalidades como se reclaman en la presente. De este modo, se entiende claramente que esta descripción es realizada únicamente a manera de ejemplo y no como una limitación sobre el alcance de las modalidades como se reclaman enseguida.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye monosacáridos libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con un hidrolizado reciclado para eluir por tiempo suficiente una porción de los monosacáridos libres a partir de la biomasa, con lo cual se forma un hidrolizado enriquecido en azúcar;

separar de la biomasa el hidrolizado enriquecido en azúcar; y

fermentar los monosacáridos en el hidrolizado enriquecido en azúcar, separado.

2. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el paso de mezclado es realizado por un tiempo suficiente para eluir una mayor parte de los monosacáridos libres hacia el hidrolizado reciclado.

3. El proceso de conformidad con la reivindicación 2, caracterizado porque el 90 % o más de los monosacáridos libres son eluidos hacia el hidrolizado reciclado.

4. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa después del paso de separación, para producir el hidrolizado y un residuo de biomasa.

5. El proceso de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque comprende además el paso de separar el hidrolizado del residuo de biomasa.

6. El proceso de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque el hidrolizado separado es utilizado como el hidrolizado reciclado en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que contiene monosacáridos libres.

7. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

8. El proceso de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque el residuo de biomasa es convertido en un producto útil.

9. El proceso de conformidad con la reivindicación 7, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un

molino de azúcar.

10. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el paso de separación es realizado mediante prensado.

11. El proceso de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque la concentración de los constituyentes que forman escoria es sustancialmente reducida en el residuo de la biomasa.

12. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque los monosacáridos son fermentados utilizando un microbio inmovilizado.

13. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con una solución líquida hasta que un porcentaje sustancial de los azúcares libres en la biomasa son eluidos hacia la solución líquida, en donde la biomasa es mezclada con la solución líquida antes del pre-tratamiento de la biomasa;

separar la solución líquida que incluye los azúcares libres, de la biomasa; y

fermentar los azúcares libres en la solución líquida separada.

14. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque la solución líquida es el hidrolizado.

15. El proceso de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa después del paso de separación, para producir el hidrolizado y un residuo de biomasa.

16. El proceso de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque comprende además el paso de separar el residuo de biomasa del hidrolizado.

17. El proceso de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque comprende además el paso de crear un producto útil a partir del residuo de biomasa.

18. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

19. El proceso de conformidad con la reivindicación 18, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un

molino de azúcar.

20. El proceso de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el hidrolizado separado es utilizado como la solución líquida en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que incluye azúcares libres.

21. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con un hidrolizado antes del pre-tratamiento de la biomasa;

permitir que los azúcares libres contenidos dentro de la biomasa sean eluidos por el hidrolizado antes de pre-tratar la biomasa.

separar el hidrolizado que incluye los azúcares libres eluidos de la biomasa, antes de pre-tratar la biomasa; y

fermentar los azúcares libres contenidos en el hidrolizado separado.

22. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa para producir una mezcla de hidrolizado y residuo de biomasa.

23. El proceso de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado porque comprende además el paso de separar el hidrolizado de la mezcla.

24. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

25. El proceso de conformidad con la reivindicación 24, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un molino de azúcar.

26. El proceso de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado porque comprende además el paso de producir un producto útil a partir del residuo de biomasa.

27. El proceso de conformidad con la reivindicación 23, caracterizado porque el paso de separación es realizado mediante prensado.

28. El proceso de conformidad con la reivindicación 27, caracterizado porque la concentración de los constituyentes que forman escoria es sustancialmente reducida en el residuo de la biomasa.

29. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque los azúcares libres son fermentados utilizando un microbio inmovilizado.

RESUMEN DE LA INVENCION

Se describe un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye monosacáridos libres. El proceso comprende los pasos de mezclar la biomasa con un hidrolizado reciclado, por un tiempo suficiente para eluir una porción de los monosacáridos libres desde la biomasa, con lo cual se forma un hidrolizado enriquecido en azúcar. El hidrolizado enriquecido en azúcar es luego separado de la biomasa y los monosacáridos contenidos en el hidrolizado enriquecido en azúcar, separado, son fermentados.

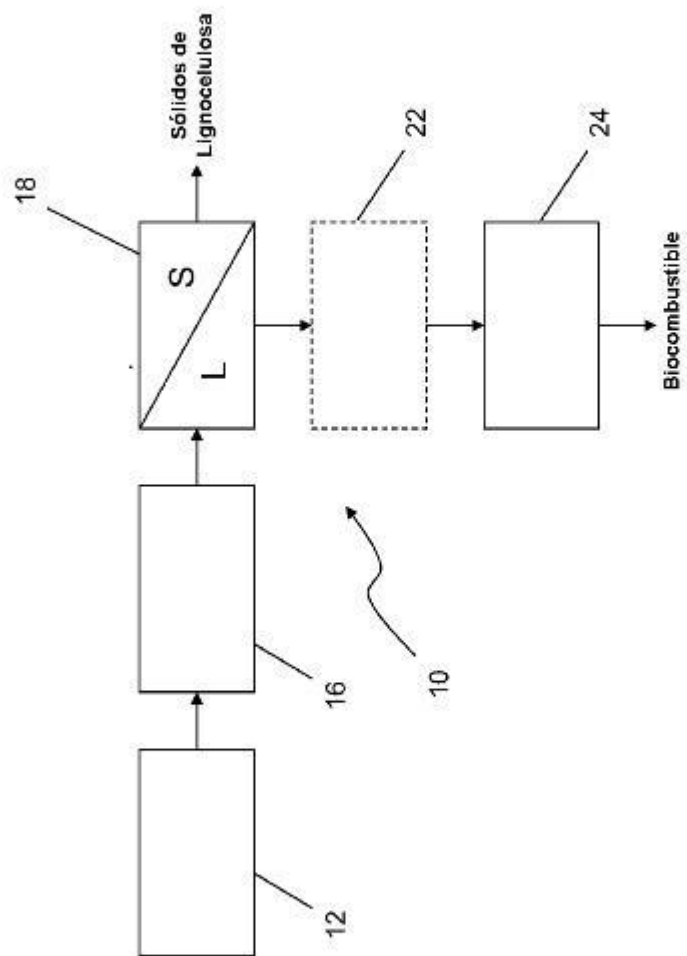


FIG. 1

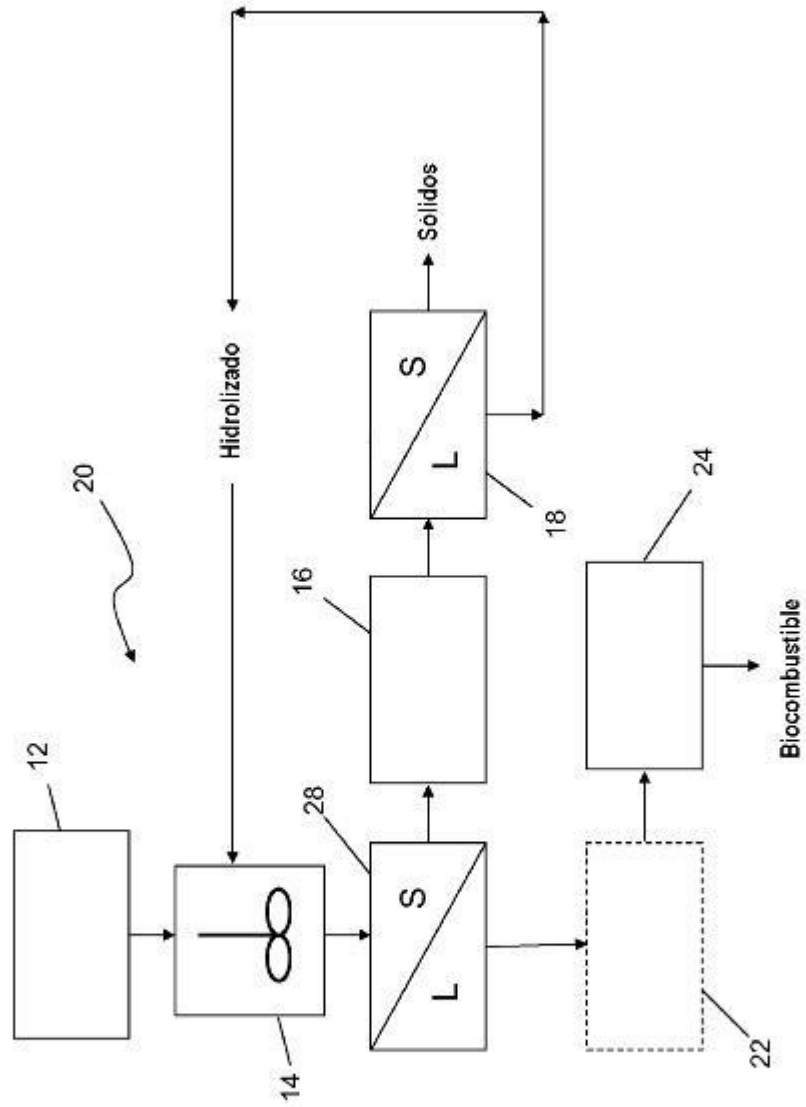
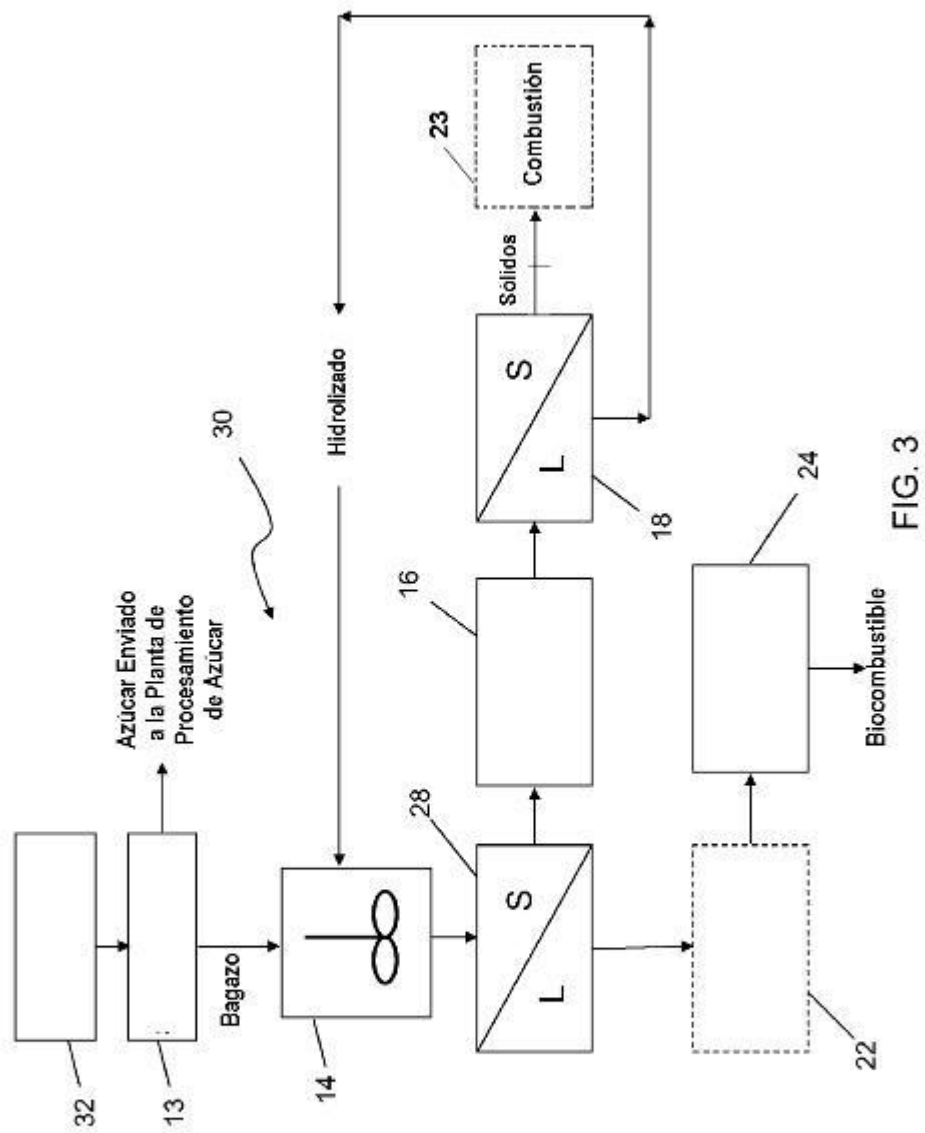


FIG. 2



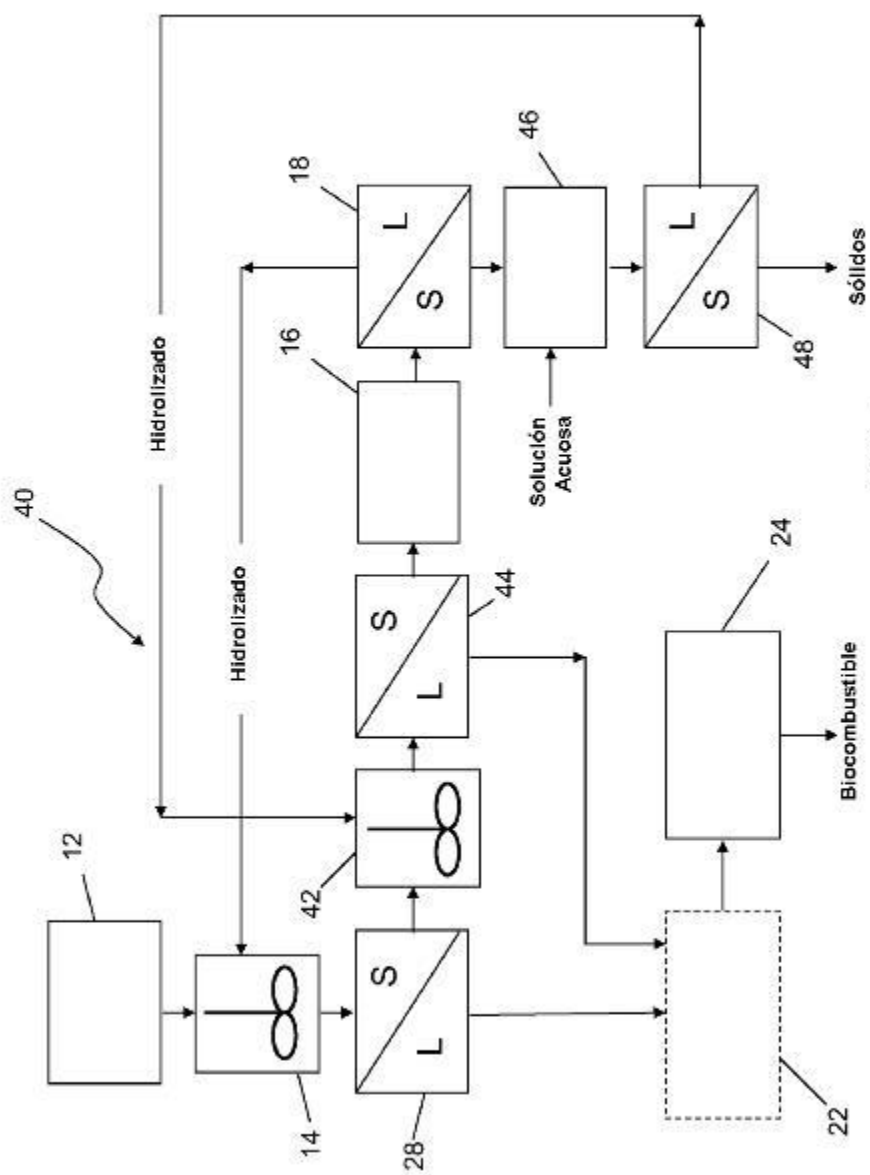


FIG. 4

La Figura 3 ilustra el proceso de la Figura 2, en conjunto con un proceso productor de azúcar. En el proceso 30 mostrado en la Figura 3, la caña de azúcar es recibida 32 y procesada como sería normalmente por un molino de azúcar para extraer el azúcar libre en el paso de extracción de azúcar 13. Los procesos normales utilizados por los molinos de azúcar para extraer los azúcares libres en la caña de azúcar no extraen el 100% de los azúcares libres de la caña de azúcar. En consecuencia, los azúcares libres todavía permanecen en el subproducto de bagazo que es pasado para el procesamiento posterior en biocombustible. En el proceso 30 de la Figura 3, similar al proceso 20 en la Figura 2 discutido anteriormente, los azúcares libres son eluidos por el hidrolizado en el paso de mezclado 14 y preservados para la fermentación al ser eliminados en el paso de separación sólido/líquido 28, en vez de ser pasados sobre el pre-tratamiento 16 donde éstos probablemente serían degradados en productos secundarios inhibitorios.

En las modalidades mostradas en las Figuras 2 y 3, los pasos de separación sólido/líquido 18 y 28 pueden ser realizados utilizando un número de métodos que incluyen, pero no están limitados a, centrifugación o prensado. El mismo método, o métodos diferentes pueden ser utilizados para el paso de separación sólido/líquido 18 y el paso de separación sólido/líquido 28. Si es utilizado el prensado, preferentemente el prensado puede ser logrado con una prensa de husillo. No obstante, otros numerosos tipos de prensas mecánicas o de máquina pueden ser utilizados. Por ejemplo, una prensa tal como una prensa hidráulica, una prensa hidro-mecánica, una prensa neumática o cualquier otro tipo de prensa que pueda aplicar la presión necesaria para separar el hidrolizado y la solución de azúcar libre del material de biomasa sólido o del residuo de la biomasa puede ser utilizada. La prensa puede tener una gama de capacidades y configuraciones para exprimir el líquido. Preferentemente, la prensa puede generar desde al menos aproximadamente 10.5 kg/cm^2 hasta aproximadamente 21.1 kg/cm^2 . En otras modalidades, es deseable si la prensa puede generar al menos aproximadamente $1,410 \text{ kg/cm}^2$.

El producto final para que el residuo de la biomasa va a ser eventualmente utilizado, puede determinar qué tamaño y qué tipo de prensa utilizar para el paso de separación sólido/líquido 18. Por ejemplo, si el

HOJA DE REEMPLAZO

REIVINDICACIONES MODIFICADAS ART. 34

1. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye monosacáridos libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con un hidrolizado reciclado para eluir una porción de los monosacáridos libres a partir de la biomasa, con lo cual se forma un hidrolizado enriquecido en azúcar;

separar de la biomasa el hidrolizado enriquecido en azúcar; y

fermentar los monosacáridos en el hidrolizado enriquecido en azúcar, separado; y en donde

los pasos de mezclado y separación son realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa.

2. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el paso de mezclado es realizado por un tiempo suficiente para eluir una mayor parte de los monosacáridos libres hacia el hidrolizado reciclado.

3. El proceso de conformidad con la reivindicación 2, caracterizado porque el 90 % o más de los monosacáridos libres son eluidos hacia el hidrolizado reciclado.

4. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa después del paso de separación, para producir el hidrolizado y un residuo de biomasa.

5. El proceso de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque comprende además el paso de separar el hidrolizado del residuo de biomasa.

6. El proceso de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque el hidrolizado separado es utilizado como el hidrolizado reciclado en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que contiene monosacáridos libre.

7. El proceso de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

8. El proceso de conformidad con la reivindicación 4, caracterizado porque el residuo de biomasa es convertido en un producto útil.

9. El proceso de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un molino de azúcar.

10. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el paso de separación es realizado mediante prensado.

11. El proceso de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque la biomasa y el residuo de biomasa incluyen cationes solubles que provocan incrustación, y en donde la cantidad de cationes solubles que provocan la incrustación en el residuo de biomasa es menor que la mitad de la cantidad contenida en la biomasa.

12. El proceso de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque los monosacáridos son fermentados utilizando un microbio inmovilizado.

13. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con una solución líquida hasta que una mayor parte de los azúcares libres en la biomasa son eluidos hacia la solución líquida, en donde el paso de mezclado es completado antes del pre-tratamiento de la biomasa;

separar la solución líquida que incluye los azúcares libres, de la biomasa; y

fermentar los azúcares libres en la solución líquida separada.

14. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque la solución líquida es el hidrolizado.

15. El proceso de conformidad con la reivindicación 14, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa después del paso de separación, para producir el hidrolizado y un residuo de biomasa.

16. El proceso de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque comprende además el paso de separar el residuo de

biomasa del hidrolizado.

17. El proceso de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque comprende además el paso de crear un producto útil a partir del residuo de biomasa.

18. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

19. El proceso de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un molino de azúcar.

20. El proceso de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el hidrolizado separado es utilizado como la solución líquida en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que incluye azúcares libres.

21. Un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye azúcares libres, caracterizado porque comprende los pasos de:

mezclar la biomasa con un hidrolizado antes del pre-tratamiento de la biomasa;

permitir que los azúcares libres contenidos dentro de la biomasa sean eluidos por el hidrolizado antes de pre-tratar la biomasa.

separar el hidrolizado que incluye los azúcares libres eluidos de la biomasa, antes de pre-tratar la biomasa; y

fermentar los azúcares libres contenidos en el hidrolizado separado.

22. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque comprende además el paso de pre-tratar la biomasa para producir una mezcla de hidrolizado y residuo de biomasa.

23. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque comprende además el paso de separar el hidrolizado de la mezcla.

24. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque la biomasa es bagazo de caña de azúcar.

25. El proceso de conformidad con la reivindicación 24, caracterizado porque el bagazo de caña de azúcar es un subproducto de un molino de azúcar.

26. El proceso de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado porque comprende además el paso de producir un producto útil a partir del residuo de biomasa.

27. El proceso de conformidad con la reivindicación 23, caracterizado porque el paso de separación es realizado mediante prensado.

28. El proceso de conformidad con la reivindicación 27, caracterizado porque la biomasa y el residuo de biomasa incluyen cationes solubles que provocan incrustación, y en donde la cantidad de los cationes solubles que provocan incrustación en el residuo de biomasa es menor que la mitad de la cantidad contenida en la biomasa.

29. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque los azúcares libres son fermentados utilizando un microbio inmovilizado.

30. El proceso de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado porque una mayor parte de los azúcares libres dentro de la biomasa se dejan eluir.

31. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque el paso de separación es realizado antes del pre-tratamiento de la biomasa.

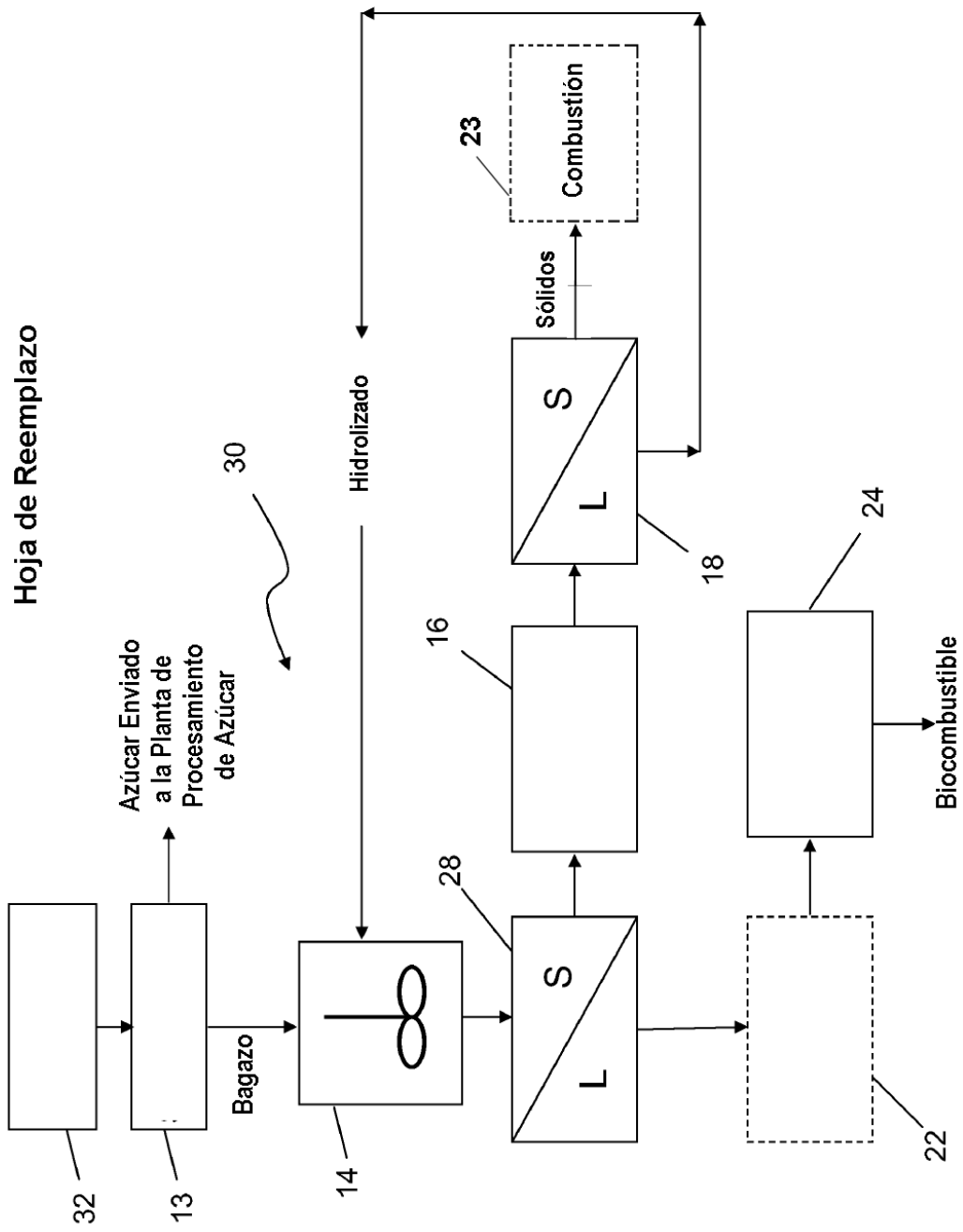


FIG. 3

Brigard & Castro
BOGOTÁ - COLOMBIA

PODER

Yo (nosotros), **GEOSYNFUELS, LLC**

domiciliado(s) en 14818 West 6th Avenue, Unit A1, Golden, CO 80401, Estados Unidos de América.

Nombro(amos) a: **JUAN PABLO CADENA SARMIENTO** y/o **MARTIN E. TORRES CARDOZO**, de Bogotá, Colombia, apoderados verdaderos y legales con poder especial, amplio y suficiente, para recabar de las oficinas y autoridades colombianas administrativas, judiciales y de policía, en cualquier instancia o recurso, la obtención de patentes de invención, registros de marcas, diseños industriales, modelos de utilidad, depósitos de nombres comerciales y enseññas, lemas comerciales, nombres comerciales, registros de derechos de autor y contratos sobre los mismos, obtención de certificados de obtentor de variedades vegetales, así como sus prórrogas, renovaciones, anotaciones de traspaso, cambios de nombre y/o domicilio y/o dirección; elaborar, tramitar y registrar contratos de licencia y licencias de cualesquiera clases; intervenir como demandante o como demandado en cualquier instancia y recurso ante cualquier juez, corporación, funcionario público o autoridad en acciones judiciales, administrativas y de policía tales como: oposiciones al registro de marcas; acciones de caducidad, cancelación y nulidad; acciones reivindicatorias, acciones derivadas de la obtención o explotación de licencias; acciones de competencia desleal; demandas penales; acciones de indemnización de perjuicios, reclamos y observaciones a solicitudes de patentes, diseños industriales, modelos de utilidad, en el ejercicio de medidas cautelares y en otras acciones o medidas similares.

A este efecto, lo(s) faculto(amos) para elevar solicitudes, formular descripciones, enmiendas, protestas, declaraciones, oposiciones, cancelaciones, nulidades, apelaciones y reclamos; pagar impuestos, cuotas y gravámenes prescritos por la ley; renunciar o desistir a derechos concedidos o en curso de concesión; recibir toda clase de documentos y valores, dando el descargo respectivo, y, en general, para dar ante dichas autoridades todos los pasos necesarios al efecto indicado y tomar todas las medidas que creyeren conducentes al resguardo de mis (nuestros intereses), con todas las demás facultades legales necesarias.

Este poder comprende la facultad de ratificar o confirmar en mi (nuestro) nombre lo actuado así como la facultad de desistir, transigir, comprometer, y la de sustituirlo en todo o en parte y revocar sustituciones. Asimismo nombro(amos) a: **JUAN PABLO CADENA SARMIENTO** y/o **MARTIN E. TORRES CARDOZO**, domiciliado(s) en la Calle 70A No. 4-41, mis (nuestros) apoderados en Colombia, con facultades para recibir notificaciones y designar apoderados judiciales o extrajudiciales.

Otorgado y firmado en

hoy de de 200_

Firma

Nombre
Cargo

POWER OF ATTORNEY

I (We), **GEOSYNFUELS, LLC**

domiciled in 14818 West 6th Avenue, Unit A1, Golden, CO 80401, United States of America.

Hereby appoints **JUAN PABLO CADENA SARMIENTO** and/or **MARTIN E. TORRES CARDOZO**, of Bogotá, Colombia, my (our) true and lawful attorneys with special, ample and sufficient power to obtain from the Colombian administrative, judicial and police offices and authorities, in any instance, privileges of patents of invention, registration of trademarks, industrial designs and utility models; registration of commercial names, slogans and emblems, registration of copyright and contracts related thereto, certificates of obtainers of vegetables varieties, as well as extensions, renewals and recordal of assignments and changes of name, domicile and address related to the above; to prepare, prosecute and register licenses of any kind; to act as plaintiff or defendant in any instance or recourse, and before any judge, corporation, public official or authority in judicial, administrative and police actions, such as: oppositions to the registration of trademarks; caducity, cancellation and nullity actions; claim actions derived from the obtaining or exploitation of licenses, action of unfair competition; criminal proceedings, actions for payment of damages; claims or observations on patent applications, models, industrial designs and utility models; in the exercise of preventive measures and in other actions or similar proceedings.

To that effect they hereby empowered to file applications, formulate descriptions, amendments, protests, declarations, oppositions, cancellations, nullities, appeals and claims; to pay taxes, quotas and assessments prescribed by law, renounce or waive the rights granted or in the process of granting; to receive all kinds of documents and valuables, giving the respective release of receipt, and, in general, to take before said authorities the necessary steps to such effect, and any measures that they may deem pertinent to the safeguard of my (our) interest(s) with all the other necessary legal powers.

This power includes the faculty to ratify or confirm desist, settle and compromise on my (our) behalf, and to substitute this power in whole or in part and to revoke substitutions. At the same time I (We) hereby appoint **JUAN PABLO CADENA SARMIENTO** and/or **MARTIN E. TORRES CARDOZO**, domiciled in Calle 70A No. 4-41, my (our) attorney(s) in fact, with powers to receive notifications and to designate judicial and extrajudicial attorneys.

Granted and signed in

this 22 day of July 200-2012

Signature

Name
Title

Jeffrey Todd Harvey
Jeffrey Todd Harvey
CEO

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: United States of America
This public document
2. has been signed by Deborah Sue Weaver
3. acting in the capacity of Notary Public, State of Colorado
4. bears the seal/stamp of Deborah Sue Weaver, Notary Public State of Colorado

CERTIFIED

5. at Denver, Colorado
6. the 2nd day of August, 2012.
7. by Scott Gessler, Secretary of State of the State of Colorado
8. No. 6587258855
9. Seal/stamp:
10. Signature:



Scott Gessler

This Apostille only certifies the authenticity of the signature and the capacity of the person who has signed the public document, and, where appropriate, the identity of the seal or stamp which the public document bears. This Apostille does not certify the content of the document for which it was issued. This Apostille is not valid for use anywhere within the United States of America, its territories or possessions. To verify the issuance of this Apostille: www.sos.state.co.us/auth

CERTIFICADO NOTARIAL

NOTARIAL CERTIFICATE

Certifico por la presente que
GEOSYNFUELS, LLC

I hereby certify that **GEOSYNFUELS, LLC**

es una sociedad debidamente organizada y que existe bajo las leyes del estado de Colorado, Estados Unidos de América, y la persona que firma este documento se encuentra debidamente autorizado para la representación por y en nombre de la sociedad.

is a legally constituted society, which exists under the laws of the State of Colorado, United States of America, and the person signing this document is duly authorized to act for and in the name of the society.

El suscrito Notario hace constar que tuvo a la vista las pruebas de la existencia de la sociedad.

The undersigned Notary Public attests that he has seen the documents that prove the existence of the company.

Hoy
Día de

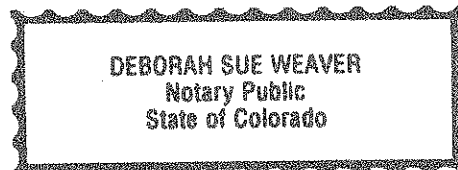
Date 22 July 2012

.....
Notario Público

Deborah Sue Weaver
Public Notary

SE REQUIERE LEGALIZACION POR APOSTILLA.

LEGALIZATION BY APOSTILLE IS REQUIRED.



My commission expires
7/27/2014

TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL del documento de Poder de **GEOSYNFUELS, LLC.**

APOSTILLA

(Convención de la Haya del 5 de octubre de 1961)

1. País: Estados Unidos de América
Este documento público
2. ha sido firmado por DEBORAH SUE WEAVER
3. actuando en capacidad de NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE COLORADO
4. lleva el sello/timbre de DEBORAH SUE WEAVER, NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE COLORADO

Certificado

5. en Denver, Colorado
6. este 02 de agosto de 2012
7. por Scott Gessler, Secretario de Estado del Estado de Colorado
8. No. 6587258855
9. Sello/timbre

10. Firma

(Firma)

[Sello]

ESTADO DE COLORADO
1876

Esta Apostilla certifica únicamente la autenticidad de la firma y la capacidad de la persona que ha firmado el documento público, y donde sea apropiado, la identidad del sello o timbre que lleva el documento público.

Esta Apostilla no certifica el contenido del documento para la cual fue emitida.

Esta apostilla no es válida para uso en ningún lugar dentro de los Estados Unidos de América, sus territorios o dominios.

Para verificar la expedición de esta Apostilla: www.sos.state.co.us/auth

CERTIFICADO NOTARIAL

Hay un sello que dice:
DEBORAH SUE WEAVER
Notario Público
Estado de Colorado
Mi comisión vence el 27 de julio de 2014

TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES

PCT
REPORTE DE EXAMEN PRELIMINAR INTERNACIONAL SOBRE LA PATENTABILIDAD
 (Capítulo II del Tratado de Cooperación de Patentes)

(Artículo 36 y Regla 70 del PCT)

Referencia de registro del Solicitante o del Agente 35MM-177992PCT	PARA TOMAR ACCIÓN ADICIONAL		Véase la Notificación de la Transmisión del Reporte de Examen Preliminar Internacional (Forma PCT/IPEA/416)																
Solicitud Internacional No. PCT/US 12/39224	Fecha de Presentación Internacional (día/mes/año) 23 Mayo 2012 (23.05.2012)	Fecha de Prioridad (día/mes/año) 23 Mayo 2011 (23.05.2011)																	
Clasificación de Patente Internacional (CIP) o Clasificación nacional y CIP CIP: D21C 1/00(2006.01), 1/02(2006.01), 3/22(2006.01) USPC: 435/105.276.3																			
Solicitante GEOSYNFUELS, LLC.																			
1. Este reporte de examen preliminar internacional ha sido preparado por esta Autoridad de Examen Preliminar Internacional y es transmitido al solicitante de acuerdo con el Artículo 36. 2. Este reporte consiste de <u>6</u> hojas, incluyendo esta carátula. 3. Este reporte también está acompañado por ANEXOS, que comprenden: a. ☒ (enviado al solicitante y a la Oficina Internacional) un total de <u>19</u> hojas, como sigue: ☒ Las hojas de la descripción, reivindicaciones y/o dibujos que han sido enmendados y/o las hojas que contienen rectificaciones autorizadas por esta Autoridad a no ser que esas hojas fueran sustituidas o canceladas y cualesquiera cartas adjuntas (ver Reglas 46.5, 66.8, 70.16, 91.2 y Sección 607 de las Instrucciones Administrativas). ☐ Las hojas que contienen rectificaciones, donde fue realizada la decisión por esta Autoridad para no tomarlas en cuenta debido a que éstas no fueron autorizadas por o notificadas a esta Autoridad al tiempo cuando esta Autoridad comenzó a redactar este reporte, y cualesquiera cartas adjuntas (Reglas 66.4bis, 70.2(e), 70.16 y 91.2). ☐ Las hojas que sustituyan y cualesquiera cartas adjuntas, donde esta Autoridad considera que las hojas de sustitución contienen una enmienda que va más allá de la descripción en la solicitud internacional como fue presentada, o las hojas sustitutas no fueron acompañadas por una carta que indique la base para las enmiendas en la solicitud, como se presentó como es indicado en el inciso 4 de la Casilla No. 1 y en la Casilla Suplementaria (ver Regla 70.16(b)). b. ☐ (enviada a la Oficina Internacional únicamente) un total de (indicar tipo y número de portadores electrónicos, que contiene un listado de secuencias, en una forma legible en computadora únicamente, como es indicado en la Casilla Suplementaria con relación al Listado de Secuencias (ver párrafo 3bis del Anexo C de las Instrucciones Administrativas).																			
4. Este reporte contiene las indicaciones que están relacionadas con los siguientes incisos: <table border="0"> <tr> <td>☒ Casilla No I</td> <td>Base del reporte</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No II</td> <td>Prioridad</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No III</td> <td>Ningún establecimiento del reporte con respecto a la novedad, actividad inventiva, o aplicabilidad Industrial</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No IV</td> <td>Carencia de unidad de la invención</td> </tr> <tr> <td>☒ Casilla No V</td> <td>Declaración razonada bajo el Artículo 35(2) con respecto a la novedad, actividad inventiva o Aplicabilidad industrial; las citas y explicaciones que apoyan tal declaración</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No VI</td> <td>Ciertos documentos citados</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No VII</td> <td>Ciertos defectos en la solicitud internacional</td> </tr> <tr> <td>☐ Casilla No VIII</td> <td>Ciertas observaciones en la solicitud internacional.</td> </tr> </table>				☒ Casilla No I	Base del reporte	☐ Casilla No II	Prioridad	☐ Casilla No III	Ningún establecimiento del reporte con respecto a la novedad, actividad inventiva, o aplicabilidad Industrial	☐ Casilla No IV	Carencia de unidad de la invención	☒ Casilla No V	Declaración razonada bajo el Artículo 35(2) con respecto a la novedad, actividad inventiva o Aplicabilidad industrial; las citas y explicaciones que apoyan tal declaración	☐ Casilla No VI	Ciertos documentos citados	☐ Casilla No VII	Ciertos defectos en la solicitud internacional	☐ Casilla No VIII	Ciertas observaciones en la solicitud internacional.
☒ Casilla No I	Base del reporte																		
☐ Casilla No II	Prioridad																		
☐ Casilla No III	Ningún establecimiento del reporte con respecto a la novedad, actividad inventiva, o aplicabilidad Industrial																		
☐ Casilla No IV	Carencia de unidad de la invención																		
☒ Casilla No V	Declaración razonada bajo el Artículo 35(2) con respecto a la novedad, actividad inventiva o Aplicabilidad industrial; las citas y explicaciones que apoyan tal declaración																		
☐ Casilla No VI	Ciertos documentos citados																		
☐ Casilla No VII	Ciertos defectos en la solicitud internacional																		
☐ Casilla No VIII	Ciertas observaciones en la solicitud internacional.																		
Fecha de presentación de la solicitud 16 Septiembre 2013 (16.09.2013)		Fecha en la que se completa este reporte 07 Octubre 2013 (07.10.2013)																	
Nombre y dirección postal de la IPEA/US Mail Stop PCT, Attn: IPEA/US Comisionado para Patentes P. O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Fax No. (571) 273-3201		Oficial Autorizado PAUL HOLLAND Teléfono No. 571-272-1600																	

Forma PCT/IPEA/409 (carátula) (Julio 2011)

REPORTE DE EXAMEN PRELIMINAR INTERNACIONAL

Solicitud internacional No.

SOBRE LA PATENTABILIDAD

PCT/US 12/39224

Casilla No. I. Base del reporte

1. Con respecto al **idioma**, este reporte está basado en
 - ☒ la solicitud internacional en el idioma en el cual se presentó
 - ☐ una traducción de la solicitud internacional del idioma de una traducción proporcionada para fines de:
 - ☐ búsqueda internacional (bajo las Reglas 12.3 y 23.1(b))
 - ☐ publicación de la solicitud internacional (bajo la Regla 12.4(a))
 - ☐ examen preliminar internacional (Reglas 55.2(a) y/o 55.3(a) y (b)).
2. Con respecto a los **elementos** de la solicitud internacional, este reporte está basado en (*hojas de reemplazo que han sido proporcionadas a la Oficina receptora en respuesta a una invitación bajo el Artículo 14, son denominadas en este reporte como "originalmente presentadas" y no son anexadas a este reporte*):
 - ☐ la solicitud internacional como se presentó originalmente/proporcionada
 - ☒ la descripción:
 - páginas NINGUNA como se presentó originalmente/proporcionó
 - páginas* 10 y 13 como se recibieron por esta Autoridad el 16 de Septiembre 2013 (16.09.2013)
 - páginas* NINGUNA como se recibieron por esta Autoridad el
 - ☒ las reivindicaciones:
 - páginas NINGUNA como se presentaron originalmente/proporcionó
 - páginas* NINGUNA como se enmendaron (conjuntamente con cualquier declaración) bajo el Artículo 19
 - páginas* 32-36 recibidas por esta Autoridad el 16 de Septiembre 2013 (16.09.2013)
 - páginas* NINGUNA recibidas por esta Autoridad el
 - ☒ los dibujos:
 - páginas NINGUNA como se presentó originalmente/proporcionó
 - páginas* 3/4 recibidas por esta Autoridad el 16 de Septiembre 2013 (16.09.2013)
 - páginas* NINGUNA recibidas por esta Autoridad el
 - ☐ un listado de secuencia - ver Casilla Suplementaria Relacionada al Listado de Secuencias.
3. ☐ Las enmiendas han dado como resultado la cancelación de:
 - ☐ la descripción, páginas
 - ☐ las reivindicaciones, Nos.
 - ☐ los dibujos, hojas/figs.
 - ☐ el listado de secuencias (*especificar*)
4. ☐ Este reporte ha sido redactado como si (algunas de) las enmiendas anexadas a este reporte y listadas en seguida no hubieran sido realizadas, ya que éstas han sido consideradas como más allá de la descripción como se presentó, como se indica en la Casilla Suplementaria (Regla 70.2(c)).
 - ☐ la descripción, páginas
 - ☐ las reivindicaciones, Nos.
 - ☐ los dibujos, hojas/figs.
 - ☐ el listado de secuencias (*especificar*)

5. ☐ Este reporte ha sido establecido:

REPORTE DE EXAMEN PRELIMINAR INTERNACIONAL

Solicitud internacional No.

SOBRE LA PATENTABILIDAD

PCT/US 12/39224

☐ tomando en cuenta la **rectificación de un error obvio** autorizado por o notificado a esta Autoridad bajo la Regla 91 (Reglas 66.1 (d-bis) y 70.2(e)).

☐ sin tomar en cuenta la **rectificación de un error obvio** autorizado por o notificado a esta Autoridad bajo la Regla 91 (Reglas 66.1 (d-bis) y 70.2(e)).

6. ☐ Reporte(s) de búsqueda internacional suplementario(s) de la(s) Autoridad(es) _____, ha sido recibido y tomado en cuenta en las figuras hasta este reporte (Regla 43bis.8(b) y (c)).

**Si el inciso 4 aplica, algunas o todas de estas hojas pueden ser marcadas como "sustituye"*

Casilla No. V Declaración motivada bajo el Artículo 35(2) con respecto a la novedad, actividad inventiva o posibilidad de aplicación industrial; citas y explicaciones que apoyan tal declaración

1. DECLARACIÓN

NOVEDAD (N)

Reivindicaciones	<u>3, 10-12 y 27-29</u>	SÍ
Reivindicaciones	<u>1-2, 4-9, 13-26, y 30-31</u>	NO

ACTIVIDAD INVENTIVA (IS)

Reivindicaciones	<u>NINGUNA</u>	SÍ
Reivindicaciones	<u>1-31</u>	NO

POSIBILIDAD DE APLICACIÓN INDUSTRIAL (IA)

Reivindicaciones	<u>1-31</u>	SÍ
Reivindicaciones	<u>NINGUNA</u>	NO

2. Citas y explicaciones Regla 70.7)
Por Favor ver hoja de Continuación

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

Casilla Suplementaria

En caso en que el espacio en las casillas precedentes no sea suficiente.
Continuación de:

2. Citas y explicaciones:

Las reivindicaciones 1-2, 4-9, 13-26 Y 30-31 carecen de actividad inventiva bajo el Artículo 33(2) del PCT, como es anticipado por US 5366558 (Brink).

Respecto a las reivindicaciones 1, 13 y 21, Brink describe un método de tratamiento del material de biomasa, que comprende los pasos de hidrólisis del material celulósico o hemicelulósico, para producir monosacáridos para la producción de etanol, la oxidación húmeda de los sólidos para producir productos solubles de valor, la metanación de los residuos provenientes de la oxidación y fermentación-rectificación [Columna 1; líneas 20-29]. Éste describe además un sistema de hidrólisis de dos etapas que involucra la mezcla del hidrolizado reciclado proveniente de la segunda etapa con el nuevo material de biomasa proveniente del material hemicelulósico y celulósico [ver Columna 12, línea 55 a la Columna 16, línea 48]. El primer paso es seguido por una separación del hidrolizado proveniente de los sólidos. El hidrolizado es luego enviado a la conversión a etanol por fermentación. Los sólidos son luego pre-tratados y la hidrólisis de la segunda etapa para producir un hidrolizado y un residuo de biomasa (interpretado como los pasos de mezclado y separación que son realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa). El hidrolizado resultante y el residuo de biomasa son luego separados nuevamente para producir un hidrolizado enriquecido en azúcar, que es reciclado nuevamente a la primera etapa. El residuo de biomasa es convertido a un producto valioso a través de la oxidación húmeda y la metanación.

Con respecto a las reivindicaciones 2 y 30, Brink enseña la elución de la mayor parte de los monosacáridos en el hidrolizado reciclado [Columna 12, línea 67 a la Columna 13, línea 10].

Con respecto a las reivindicaciones 4-6, 15, 16, 22-23, Brink enseña los pasos de pre-tratar la biomasa después del paso de separación y el hidrolizado resultante y el residuo de biomasa son luego separados una vez más para producir un hidrolizado enriquecido en azúcar que es reciclado nuevamente a la primera etapa [Columna 6; Columnas 14 y 14).

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

Con respecto a la reivindicación 14, Brink enseña el mezclado de la biomasa con un hidrolizado [Columnas 12-13; líneas 67-69, 1-10].

Con respecto a la reivindicación 20, Brink enseña el uso del hidrolizado separado como la solución líquida en el paso de mezclado para un nuevo lote de biomasa que incluye azúcares libres [Columna 14, líneas 38-54].

Con respecto a las reivindicaciones 7, 9, 18, 19, 24 y 25, Brink enseña el uso de bagazo como la fuente de material de biomasa [Columnas 2 y 3; líneas 61-68, línea 1].

Con respecto a las reivindicaciones 8, 17, y 26, Brink enseña la conversión del residuo de biomasa en un producto útil [Columna 14 y 15; líneas 66-68, 1-4].

Con respecto a la reivindicación 31, Brink enseña que los sólidos son luego pre-tratados y la hidrólisis de la segunda etapa para producir un hidrolizado y el residuo de biomasa (interpretado como los pasos de mezclado y separación que son realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa) [ver Columna 12, línea 55 a la Columna 16, línea 48].

La reivindicación 3 carece de novedad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es obvio sobre Brink.

Con respecto a la reivindicación 3, Brink enseña el reciclamiento del hidrolizado para mezclarse con la biomasa, para incrementar la concentración de los azúcares en una solución acuosa. Brink describe además que es deseable mantener el tiempo de residencia en el paso de mezclado tan corto como sea posible para elevar al máximo la reducción del rendimiento de azúcar, y que estos parámetros son una función de diversas variables que incluyen el pH, el tamaño de partícula, la eficiencia de mezclado y la especie del material vegetal [Columnas 12 y 13, líneas 67-68, 1-10]. Brink no enseña expresamente la elución del 90% o más de los monosacáridos libres en el hidrolizado reciclado. Sin embargo, Brink enseña que es deseable modificar el tiempo de residencia y las variables tales como el pH, el tamaño de partícula, la eficiencia de mezclado y el material vegetal para elevar al máximo el rendimiento del azúcar reductor. Habría sido obvio para una persona de experiencia ordinaria en la técnica haber elevado al máximo la eficiencia del proceso hasta 90% o más al ajustar las variables descritas en la técnica

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

como es enseñado por Brink.

Las reivindicaciones 10 y 27 carecen de una actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es obvio sobre Brink, en vista del documento US 7455997 B2 (Hughes).

Con respecto a las reivindicaciones 10 y 27, Brink enseña el proceso de producir biocombustible como se describió anteriormente, que después del paso de mezclado, los sólidos y los líquidos pueden ser separados por varios tipos bien conocidos tales como centrifugas o filtros [Columna 13, líneas 29-32]. Sin embargo, Brink no enseña el paso de separación realizado por el prensado. Hughes describe que el hidrolizado resultante, que resulta de la primera y segunda etapa de hidrólisis, es separado de los materiales sólidos, preferentemente a través del prensado del material tratado para separar el residuo como un producto sólido [Columna 4, líneas 34-38]. Por lo tanto, habría sido obvio para una persona de experiencia ordinaria en la técnica modificar el proceso de Brink para incluir la separación de los sólidos y de los líquidos mediante prensado, debido a que Brink enseña que los sólidos y los líquidos pueden ser separados por diversos bien conocidos en la técnica. Hughes enseña la separación de los sólidos de los líquidos mediante prensado, y es conocido por aquellos de experiencia ordinaria en la técnica que el prensado de los sólidos es ventajoso para elevar al máximo la cantidad de líquido extraído de la solución para mejorar el rendimiento del producto deseado del proceso. Una persona de experiencia ordinaria en la técnica habría tenido expectativa razonable de éxito y podría haber estado motivada a modificar el paso de separación enseñado por Brink para incluir el prensado.

Las reivindicaciones 11 y 28 carecen de una actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es obvio sobre Brink.

Con respecto a las reivindicaciones 11 y 28, Brink enseña la recuperación de los constituyentes formadores de escoria y los iones férricos y/o aluminio provenientes de los sólidos por oxidación húmeda antes de la combustión del residuo de biomasa, con el fin de ser reciclado y utilizado como catalizadores, y nuevamente como agentes de floculación [Columna 2, líneas 18-23]. Sin embargo, Brink no enseña en donde la cantidad de los cationes solubles que provocan incrustación en el residuo de biomasa sea

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

menor que la mitad de la cantidad contenida en la biomasa. No obstante, Brink describe que es deseable utilizar lavado concurrente o lavado a contracorriente más eficientes de los sólidos, para recuperar estos iones para ser reciclados y utilizados nuevamente para la catálisis en la hidrólisis, y una vez más como agentes de floculación. Habría sido obvio para una persona de experiencia ordinaria en la técnica, a través de los pasos de lavado, reducir la cantidad de iones en el residuo de biomasa a más de la mitad, con el fin de elevar al máximo la cantidad de iones disponibles para reciclamiento para el uso como catalizadores y agentes de floculación, con el fin de disminuir los costos de las operaciones.

Las reivindicaciones 12 y 29 carecen de una actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es obvio sobre Brink, en vista del documento US 2010/0047888 A1 (Davis).

Con respecto a las reivindicaciones 12 y 29, Brink enseña un proceso de producción de biocombustible como se describe anteriormente, la fermentación de los monosacáridos para producir etanol y cerveza resultante de la fermentación, que pueden ser sometidos a rectificación para producir etanol de grado comercial [Columna 2; líneas 3-7]. No obstante, Brink no enseña la fermentación de los monosacáridos utilizando un microbio inmovilizado. Davis describe un biorreactor de microbios inmovilizados, en el cual los microbios son inmovilizados sobre un sustrato deseado. La tecnología utiliza al menos un medio bioportador, y los microbios son inmovilizados sobre las superficies. Davis describe además que este crecimiento de los microbios promueve la aclimatación dentro de los tanques de fermentación, las tuberías y los elementos asociados. Con el tiempo, el crecimiento puede dispersarse a todo lo largo del sistema y de este modo, se mejora el proceso de fermentación y la eficiencia general del sistema [párrafo 0019]. Por lo tanto, habría sido obvio para una persona de experiencia ordinaria en la técnica, modificar el proceso de fermentación como es enseñado por Brink para incluir un microbio inmovilizado debido a que Brink enseña un proceso diseñado para mejorar la eficiencia de extracción de los monosacáridos, y por lo tanto para mejorar el rendimiento general de la fermentación. Davis enseña que el uso de un microbio inmovilizado permite la dispersión del microbio a todo lo largo del sistema, lo cual mejora el proceso de fermentación y la eficiencia general del sistema. Una persona de experiencia ordinaria en la técnica, habría

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

tenido expectativas razonable de éxito y habría estado motivada a utilizar el proceso de Brink para mejorar el rendimiento del monosacárido y para combinarlo con el microbio inmovilizado enseñado por Davies, para mejorar el rendimiento general y la eficiencia del sistema completo para lograr el producto de biocombustible deseado.

Las reivindicaciones 1-31 cumplen los criterios descritos en el Artículo 33(4) del PCT, y de este modo tienen posibilidad de aplicación industrial debido a que la materia de interés reclamada puede ser elaborada o utilizada en la industria.

RESPUESTA A LAS NOTAS A LA OPINION ESCRITA ISA/237/IPEA/408: Los Solicitantes impugnan la falta de novedad bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es anticipado por Brelsford, debido a que Brelsford falla en enseñar o sugerir un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que ya incluye los monosacáridos libres, como es requerido por la reivindicación 1, y no enseña que “los pasos de mezclado y separación sean realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa”. Se encuentra que estos argumentos no son persuasivos y son hechos cuestionables en vista de la técnica recién citada descrita anteriormente.

Los Solicitantes impugnan la falta de actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, como es obvio sobre Brelsford, en vista de Brink (US 4384897 A) debido a que Brelsford falla en enseñar o sugerir un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que ya incluye los monosacáridos libres, como es requerido por la reivindicación 1, y no enseña que “los pasos de mezclado y separación sean realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa”. Además, la falta de actividad inventiva es impugnada debido a que Brink falla en enseñar o en sugerir un proceso para producir biocombustible a partir de biomasa que incluye monosacáridos libres, que incluye los pasos de mezclado y separación realizados antes de la hidrólisis de los polisacáridos dentro de la biomasa. Se encuentra que estos argumentos no son persuasivos y son hechos cuestionables en vista de la técnica recién citada descrita anteriormente.

Los Solicitantes impugnan la falta de actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, en vista de Harvey por las razones ya anotadas. Se encuentra que estos argumentos son persuasivos y son hechos cuestionables en vista de la técnica recién citada descrita

REPORTE PRELIMINAR INTERNACIONAL
SOBRE LA PATENTABILIDAD

Solicitud internacional No.
PCT/US 12/39224

anteriormente.

Los Solicitantes impugnan la falta de actividad inventiva bajo el Artículo 33(3) del PCT, en como es obvio sobre Brelsford en vista de Brink (US 4384897 A) y Harvey por las razones ya anotadas. Se encuentra que estos argumentos son persuasivos y son hechos cuestionables en vista de la técnica recién citada descrita anteriormente.

----- NUEVAS CITAS -----

US 5366558 (Brink) 22 de Noviembre de 1994, ver columna 1, líneas 20-29; columna 2, líneas 18-23 y 61-68; columna 3, línea 1; columna 12-columna 16; Figura 6.

US 7455997 B2 (Hughes) 25 Noviembre 2008, ver columna 4, líneas 34-38.

US 2010/0047888 A1 (Davis) 25 Febrero 2010, ver párrafo 0019.