

ACTAS DEL EVENTO



**ENCUENTRO IBEROAMERICANO EN
BIOMASA Y BIOENERGÍA**
BIOECONOMÍA SUSTENTABLE Y CIRCULAR
RUMBO AL DESARROLLO SOSTENIBLE

EVENTO HÍBRIDO: VIRTUAL-PRESENCIAL

AÑO 2022

Organizadores:



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO



FACULTAD
DE INGENIERÍA



DIPFI
POSGRADO
INGENIERÍA



ENCUENTRO IBEROAMERICANO EN
BIOMASA Y BIOENERGÍA
BIOECONOMÍA SUSTENTABLE Y CIRCULAR
RUMBO AL DESARROLLO SOSTENIBLE

Encuentro Iberoamericano en Biomasa y Bioenergía
BIOECONOMÍA SUSTENTABLE Y CIRCULAR
RUMBO AL DESARROLLO SOSTENIBLE
16, 17 y 18 de noviembre de 2022



Organizadores:

**Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de
Querétaro (México)**
**Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía
Rural (ReBiBiR-T)**
**Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el
Desarrollo (CYTED)**

**Encuentro Iberoamericano en Biomasa
y Bioenergía**

**BIOECONOMÍA SUSTENTABLE Y CIRCULAR
RUMBO AL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**ACTAS DEL EVENTO
(Libro de resúmenes)**

Editores:

**Silvina M. Manrique
Claudia Gutiérrez Antonio
Quelbis Quintero Bertel
Dagoberto Arias Aguilar**

ISBN: 978-84-15413-52-3



© Manrique S.M., Gutiérrez Antonio C., Quintero Bertel Q. y Arias Aguilar D.
Editores. Vol I. 80 pág. ENCUENTRO IBEROAMERICANO EN BIOMASA Y
BIOENERGÍA (EIBB- 2022). Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y
Bioenergía Rural (ReBiBiR-T).

ISBN: 978-84-15413-52-3

Fecha registro: 20/03/2023

Editorial: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Madrid,
España.

Dedicado a nuestra preciosa Comunidad Iberoamericana



Prólogo

ReBiBiR (T) es la Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural, conformada por más de dos centenares de socios donde se encuentran representadas universidades, centros de investigación, entidades de la administración pública y empresas, provenientes de diferentes países de Iberoamérica, que sincronizan esfuerzos para la innovación científica y el desarrollo tecnológico, como base para la promoción de sistemas bioenergéticos integralmente más sustentables a nivel territorial.

Como parte de las actividades que lleva adelante la Red, se ha propuesto organizar estas triple jornadas, con amplia participación regional, incluyendo:

- el Congreso-Taller Internacional en Biomasa y Bioenergía
- el Coloquio Internacional de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UAQ (México) y
- la Reunión de Trabajo de la Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural (ReBiBiR-T),

Estos eventos se desarrollaron durante los días 16 al 18 de noviembre del 2022, en el Parque Biotecnológico, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, México, a la cual se agradece profundamente su disposición para actuar como anfitriona en esta oportunidad.

Las Actas que hoy se comparten son el resultado de unas jornadas de trabajo intensivas, donde, alternando mesas plenarias, conferencias magistrales, talleres de ponencias orales, estudios de caso y sesiones de pósters, se ha abierto el debate a las diferentes posibilidades que la biomasa podría brindar en un marco de bioeconomía sustentable y circular en la región. El punto de partida de este encuentro fue la expectativa de que la bioeconomía, es decir, una economía mundial basada en el uso de recursos biológicos o biomasa que tienen su base en el sector rural; y a su vez, que esté dotada de estrategias novedosas de producción que busquen cerrar los ciclos de la materia y la energía, pueda resultar en un nuevo esquema de desarrollo. Donde claramente se hace necesario también, por supuesto, incorporar reflexiones sobre

el modelo de sociedad y las condiciones planetarias en las que anhelamos que vivan las generaciones futuras.

Si bien aún estamos en los comienzos de este camino, y todavía es prematuro concluir en la validez de esta nueva propuesta, o aún si constituye un modelo en sí mismo, lo que sí tenemos claro es que debemos avanzar en pos de lograr la utopía de un mundo sostenible, y que eso será posible a medida que vayamos abandonando las prácticas no sostenibles actuales. Por ello, se recogen en estas Actas aportes concretos y alternativas exitosas que posibilitarán concretar pasos hacia la ansiada sostenibilidad planetaria.

Los animamos a seguir trabajando en pos de ese futuro que anhelamos.

Los Organizadores



Índice

Prólogo	7
Índice	9
Estudios de caso	13
Trabajos orales	14
Trabajos orales (resúmenes)	17
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOTURBOSINA A PARTIR DE BIOETANOL EN EL CONTEXTO ACTUAL DE MÉXICO	18
ESTUDIO DE LA EXOTERMICIDAD Y EL BALANCE DE AGUA DE LA CHT DE PODA DE CÉSPED FRESCO	19
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE BIOMASA RESIDUAL PARA PRECURSORES DE ALTO VALOR ENERGÉTICO	20
GASIFICACIÓN AUTOTÉRMICA A ESCALA BANCO A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL PROVENIENTE DE RASTROJO DE SORGO	21
DISEÑO ÓPTIMO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS A PARTIR DE AGRO-RESIDUOS EN QUERÉTARO, MÉXICO	22
INTEGRACIÓN ENERGÉTICA DE UNA BIOREFINERÍA QUE PROCESA JATROPHA CURCAS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE SUSTENTABLE DE AVIACIÓN	23
ANÁLISIS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO Y TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA EN BRICKETS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ENERGISA-TOCANTINS	24
EVALUACIÓN 3E, ENERGÉTICA, EXERGÉTICA Y ECONÓMICA EN PLANTA DE INCINERACIÓN DIRECTA DE RESIDUOS URBANOS CON GENERACIÓN ELÉCTRICA.	25
ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LA TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS FORESTALES EN CARBÓN EN SIGUATEPEQUE, HONDURAS.....	26
MEJORA DEL RENDIMIENTO ECONÓMICO, MEDIOAMBIENTAL Y DE SEGURIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE DE AVIACIÓN MEDIANTE LA INTENSIFICACIÓN E INTEGRACIÓN DEL PROCESO UTILIZANDO UN ENFOQUE DE MODULARIDAD	27

PIRÓLISIS DE BIOMASA Y RESIDUOS COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE Y SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID (ESPAÑA)	29
REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS COMBUSTIBLES.....	31
DESARROLLO DE ESTUFA A PELLET CON ALIMENTACIÓN MECÁNICA Y AUTOMATISMO ADAPTATIVO A BIOMASAS NO CONVENCIONALES EN ARGENTINA	32
ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA CHT A NIVEL INDUSTRIAL.....	34
ANÁLISIS EXERGÉTICO Y ECONÓMICO PARA EL DISEÑO DE PROCESOS– CASO DE ESTUDIO PLANTA DE PIRÓLISIS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	35
BIOENERGÍA COMO IMAGINARIO SOCIO-TÉCNICO DEL BIODESARROLLISMO EN ARGENTINA.....	36
MAPEO DEL MARCO JURÍDICO-NORMATIVO Y AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS EN MÉXICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE BIOENERGÍA.	38
DENDROENERGÍA Y VOLATILIDAD MACROECONÓMICA: VIABILIDAD DE CULTIVOS DENDROENERGÉTICOS EN ARGENTINA	39
POLÍTICAS ENERGÉTICAS EN ARGENTINA: APORTES EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE BIOGÁS	40
RUMBO A LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RURAL SUSTENTABLE EN COMUNIDADES INDÍGENAS	41
Pósters (resúmenes)	42
Utilización de broza de café (<i>Coffea arabica</i>) seca como fuente alternativa para la generación de energía calórica	43
Una revisión sobre las tecnologías de revalorización de residuos vitivinícolas	44
Herramientas de decisión multicriterios para la selección de biomasas agrícolas	45
Deslignificación de olote maíz por ultrasonido	46
Evaluación y caracterización de residuos agrícolas de <i>Zea mays</i> para su aplicación como biocombustibles sólidos.....	47



Cuantificación de biogás empleando métodos gravimétricos a partir de residuos de maíz y frijol	48
Producción de metano a partir de anaerobiosis mediante la codigestión de residuos de mariscos y pescados y vinazas mezcaleras en pruebas BMP	49
Aprovechamiento de residuos del cultivo de insectos (frass) como fertilizante: uso y beneficios	50
Torrefacción de residuos de cosecha de algodón del campus de la UNALM.....	51
Hidroxigenación de eugenol empleando catalizadores bifuncionales Ni-Pd y Ni-Pt sobre arcillas pilareadas con circonio	52
Efecto de zeolita natural sobre la producción de metano a partir de residuos porcícolas.....	53
Aprovechamiento de residuos agroindustriales con fines energéticos	55
Valorización de biomasa lignocelulósica con líquido iónico para aplicaciones de biorrefinería.....	56
Caracterización del proceso de degradación térmica del residuo de cascara de naranja (agroindustria de Cítricos), mediante el análisis de la dependencia de las energías de activación (E_a) con respecto al avance de reacción (α), en una atmósfera de aire.	57
Estudio de las propiedades mecánicas de materiales compuestos basados en yeso y jacinto de agua	58
Comparación de metodologías de cuantificación del recurso biomásico derivado de la poda del olivo en dos provincias productoras de la Argentina.	59
Uso de residuos forestales para calefacción en el Campo Experimental Agroforestal Trevelin (CEAT), Argentina.....	60
Potencial de biomasa residual de la agroindustria del noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.) como fuente de biogás.....	61
Desarrollo industrial de un biocombustible sólido a partir de residuos de la industria olivícola.....	62
Los potenciales bioenergéticos en Brasil	63

Efecto de la relación c/n y la temperatura sobre el potencial de producción de biogás a partir de la codigestión de efluentes pecuarios y residuos de cosecha de maíz.....	64
Potencial energético de biomasa residual de establecimientos madereros de primera transformación (Jujuy, Argentina)	66
Escenarios de revalorización energética de residuos agrícolas	68
Estudio y caracterización de residuos de biomasa en la región del Alto Valle del Río Negro	69
Desarrollo de un pellet “blend” de Prosopis Caldenia para usos energéticos según ISO 17225-2.....	71
Efecto de la disponibilidad de agua sobre la producción de biogás de híbridos de sorgo de madurez contrastante.....	72
Evolución de la Cantidad de Residuo Productivo para la Generación de Electricidad en la UEB Mueble Imperio Guantánamo.	74
Co-pirólisis de Biomasa y Polietileno de Baja Densidad para la Obtención de Combustibles Alternos y/o Químicos.....	75
Optimización y evaluación de variables en la producción de biogás escala de laboratorio. Desarrollo de un caudalímetro hidráulico.....	76
Palabras finales.....	78



Estudios de caso

1. Caso Colombia. Aprovechamiento energético de los residuos de banano para la producción de biogás en zonas rurales. Diana Durán Hernández. <https://youtu.be/bbJT5wc0yrM?t=1>
2. Caso México. Aprovechamiento de podas de aguacate para la generación de calor verde. Raúl Tauro. <https://youtu.be/bbJT5wc0yrM?t=1118>
3. Caso Paraguay. Uso sustentable de biomasa en Paraguay, ejemplos de caso. Roberto Lima Morra. <https://youtu.be/bbJT5wc0yrM?t=2078>
4. Caso Colombia. Perspectivas y desafíos de la valorización termoquímica de residuos en Colombia. Harvey Milquez Sanabria. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=35>
5. Caso Panamá. Carbonización de biomasa - Uso de biocarbón de residuos agrícolas como enmienda agrícola para el mejoramiento de suelos. Arthur James Rivas. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=931>
6. Caso Argentina. De residuo a bioenergía. Transición desde los espacios rurales. Ada Graciela Nogar. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=1863>
7. Caso España. Tecnología BTS-MPdry para la purificación de biogás. Una forma eficiente de eliminar las impurezas peligrosas del biogás. Joaquín Reina Hernández. <https://youtu.be/31-esuixKxg?t=199>
8. Caso Argentina. Impulso a la tecnología de gasificación de biomasa para generación de energía en Argentina. Martín Rearte. <https://youtu.be/31-esuixKxg?t=1577>
9. Caso España. Potencial energético de las algas de arribazón en procesos de valorización termoquímica. Yarima Torreiro Villarino. <https://youtu.be/31-esuixKxg?t=2597>
10. Caso Chile. Co-hidropirólisis de biomasa y plástico: Influencia de los parámetros operacionales en la composición química del efluente gaseoso mediante estudio Py-GC/MS. Bastián Puentes Navarro. <https://youtu.be/31-esuixKxg?t=3738>

Trabajos orales

Trabajo oral 1. Evaluación de la rentabilidad económica de una planta de producción de bioturbosina a partir de bioetanol en el contexto actual de México. Juan José Macías. México. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=3534>

Trabajo oral 2. Estudiando la exotermia y el balance hídrico de la poda de jardín fresco HTC. Beatriz Ledesma Cano. España. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=4345>

Trabajo oral 3. Valorización energética de biomasa residual para precursores de alto valor energético. Loraine Dávila Caro. Brasil. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=5312>

Trabajo oral 4. Gasificación Autotérmica a Escala Banco a Partir de Biomasa Residual Proveniente de Rastrojo de Sorgo. Lina García. Colombia. <https://youtu.be/5HegHieuwKI?t=6003>

Trabajo oral 5. Diseño óptimo de la cadena de suministro de producción de pellets a partir de agro-residuos en Querétaro. Sergio Martínez Guido. México.

Trabajo oral 6. Integración Energética de una Biorefinería que procesa Jatropha curcas para la Producción de Combustible Sustentable de Aviación. Araceli Romero Izquierdo. México. <https://youtu.be/aC1JBzuVpE0?t=148>

Trabajo oral 7. Análisis del potencial energético y transformación de biomasa en bricks del mantenimiento de la red eléctrica de la empresa Energisa-Tocantins. Astrogildo Pires Bernardo. Brasil. <https://youtu.be/aC1JBzuVpE0?t=1180>

Trabajo oral 8. Evaluación 3E, Energética, Exergética y Económica en planta de incineración directa de residuos urbanos con generación eléctrica. Nilson Castillo León. Colombia. <https://youtu.be/aC1JBzuVpE0?t=1675>

Trabajo oral 9. Economía Circular aplicada a la transformación de residuos forestales en carbón en Siguatepeque, Honduras. Arlin Martínez Vásquez. Honduras. <https://youtu.be/aC1JBzuVpE0?t=2798>



Trabajo oral 10. Mejora del rendimiento económico, medioambiental y de seguridad de la producción de biocombustible de aviación mediante la intensificación e integración del proceso utilizando un enfoque de modularidad. Artick Castillo-Landero. México. <https://youtu.be/aC1JBzuVpE0?t=3778>

Trabajo oral 11. Pirólisis de biomasa y residuos como estrategia de producción sostenible y simbiosis industrial en la Comunidad de Madrid (España). José María Sánchez Hervás. España. <https://youtu.be/pZXuVg0JCJc?t=869>

Trabajo oral 12. Revalorización de residuos agrícolas para la producción de pellets combustibles. Claudia Gutiérrez. México. <https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=40>

Trabajo oral 13. Desarrollo de estufa a pellet con alimentación mecánica y automatismo adaptativo a biomasa no convencionales en Argentina. Martín Rearte. Argentina. <https://youtu.be/pZXuVg0JCJc?t=1491>

Trabajo oral 14. Análisis de la viabilidad económica del HTC a nivel industrial. Fidel Vallejo. Chile. <https://youtu.be/pZXuVg0JCJc?t=2260>

Trabajo oral 15. Análisis Exergético y Económico para el diseño de procesos – Caso de estudio planta de pirólisis de residuos agroindustriales. Harvey Milquez Sanabria. Colombia <https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=373>

Trabajo oral 16. Bioenergía como imaginario socio-técnico del biodesarrollismo en Argentina. Santiago Garrido. Argentina <https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=1390>

Trabajo oral 17. Mapeo del marco jurídico-normativo y autoridades administrativas en México para el desarrollo de proyectos de bioenergía. Jorge Arturo Calderas Winder. México <https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=2058>

Trabajo oral 18. Dendroenergía y volatilidad macroeconómica. Viabilidad de cultivos dendroenergéticos en Argentina. Demián Olemberg. Argentina. <https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=2967>

Trabajo oral 19. Políticas energéticas en Argentina. Aportes en la ejecución de

proyectos de Biogás. Graciela Caballero Sapiras. Argentina.
<https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=3765>

Trabajo oral 20. Rumbo a la construcción de un sistema energético rural sostenible en comunidades indígenas. Luis Bernardo López Sosa. México
<https://youtu.be/cQrBFnyuHK0?t=4236>



Trabajos orales (resúmenes)

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOTURBOSINA A PARTIR DE BIOETANOL EN EL CONTEXTO ACTUAL DE MÉXICO

Juan José Macías Pedroza & Carlos Eduardo Molina Guerrero

Universidad de Guanajuato, División de Ciencias e Ingenierías, Depto. de Ingenierías Química, Electrónica y Biomédica. Lomas del Bosque 103, Col. Lomas del Campestre, León, 37150, Guanajuato, México, maciaspj2018@licifug.ugto.mx

RESUMEN

La producción de bioenergía es un tema de creciente interés mundial, en ese sentido, México ha estado desarrollando propuestas para la producción autónoma de biocombustibles como la bioturbosina. Desde el año 2011 inicio acciones para cubrir el 1% de la demanda nacional de este combustible (40 millones de litros al año 2015), el 15% para el 2022 (más de 700 millones de litros) y, se propuso la producción del 50% para el 2040. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar diferentes escenarios económicos para la evaluación de la rentabilidad de un proceso de producción alcohol-to-jet (ATJ) en el contexto mexicano actual. Material y métodos: Se realizó una simulación del proceso de alcohol-to-jet (ATJ) con ayuda del software SuperPro Designer® y se compararon tres escenarios económicos mediante el método del valor presente neto (VPN) del proyecto pudiendo así determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la planta en dichos escenarios. Las variables para modificar fueron el precio de compra de etanol, el precio de venta de la bioturbosina y el tamaño de planta. En cada escenario económico se mantuvo fija una de las variables y se manipularon las demás, para de este modo, encontrar un escenario rentable. Los resultados indican la gran influencia de los requerimientos energéticos para la operación del proceso que al mismo tiempo impactan negativamente la rentabilidad del proceso. El escenario más atractivo fue para una capacidad de planta de ATJ fue de 346×10^6 kg/yr. Sin embargo, el precio de venta del ATJ es mayor (>0.4 USD\$/L) al actualmente disponible para turbosina convencional, por lo que no es competitivo aún con el mercado mexicano. Conclusión: Bajo el escenario actual, el proceso de producción de bioturbosina no es competitivo con la turbosina convencional. El proceso es altamente demandante en energía por lo que se sugiere generar estrategias de integración de energía u otros procesos para reducir los consumos además de estrategias económicas que permitan la autonomía de estos procesos productivos.

Palabras clave: bioeconomía, transición energética, biocombustibles



ESTUDIO DE LA EXOTERMICIDAD Y EL BALANCE DE AGUA DE LA CHT DE PODA DE CÉSPED FRESCO

Silvia Román*, Rocío García-Morato, Beatriz Ledesma

*Applied Physics Department, University of Extremadura, Avda. Elvas, 06006, Badajoz, Spain *sroman@unex.es*

RESUMEN

Este trabajo ha investigado la posibilidad de hidrocarbonizar un residuo biomásico de elevada abundancia en núcleos urbanos (césped) tal y como es extraído de la poda, con toda su humedad, aprovechando precisamente esta agua propia del material como medio de hidrocarbonización (carbonización hidrotermal, CHT). La investigación, realizada en un autoclave para hidrocarbonización en batch (200-220 °C), permitió estudiar cómo la carga inicial (18-100 g) afecta al poder calorífico del hidrochar, y a la densidad, pH y conductividad del agua, porque condiciona los procesos de degradación que se generan en el residuo sólido (hidrochar), que por su parte posee propiedades cercanas a las de los materiales carbonosos obtenidos mediante biomasa lignocelulósicas clásicas (el poder calorífico, en torno a 20-22 MJ/kg, supuso un aumento el 200% respecto al césped inicial) y el proceso fue más reactivo a mayor temperatura. El seguimiento de la presión y la temperatura durante el proceso permitieron además identificar etapas de exotermicidad durante la hidrocarbonización, encontrando aumentos de temperatura de en torno a 20 °C (más acentuado a mayor temperatura). Asimismo, se verificó el aumentar el tiempo de enfriamiento promueve las reacciones de recombinación secundarias entre las moléculas de degradación del líquido, aumentando la fase sólida obtenida.

Palabras clave: Biomasa fresca, hidrocarbonización, balance de agua, densificación energética

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE BIOMASA RESIDUAL PARA PRECURSORES DE ALTO VALOR ENERGÉTICO

Katherine Pugliese Barbosa¹, Loraine I. Dávila Caro², York Castillo Santiago³, Alberto R. Albis Arrieta⁴, Diego M. Yepes Maya², Eric A. Ocampo Batlle², María L. Grillo Renó², Angie L. Espinosa Sarmiento², Juan B. Restrepo Betancourt⁴

1Universidad de Estado de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, kt.pugliese@gmail.com/ 20550-900, Brasil.

2Universidad Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 35903-087, Brasil.

3Universidad Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 24210-240, Brasil.

4Universidad del Atlántico, Puerto Colombia, Atlántico, 081007, Colombia.

RESUMEN

El aprovechamiento de residuos ha sido un foco importante en los últimos años, en especial el uso de los residuos agroindustriales para la producción de bio-combustibles a través de procesos de conversión termoquímica; con el fin de cubrir la demanda energética que ha ido en aumento debido a la industrialización y el crecimiento de la población mundial. El propósito de este estudio es realizar el análisis de la pirólisis por termogravimetría para comprender los mecanismos de reacción que intervienen y así contribuir al desarrollo procesos de optimización para la obtención de bio-combustibles. Además de encontrar una forma adecuada para la disposición final de dichos residuos. Durante la ejecución de este estudio se realizó la caracterización de la biomasa proveniente de la industria del almidón de yuca mediante análisis termogravimétrico. Los residuos de la biomasa de partida fueron caracterizados en términos de su análisis próximo, elemental y poder calorífico. Para los experimentos se tuvieron en cuenta dos velocidades de calentamiento (50 y 100 K/min) en condiciones de atmósfera inerte y con una rampa de calentamiento que iba desde temperatura ambiente (~298.15 K) hasta 1173.15 K. Durante el análisis del proceso, fueron determinadas las zonas de reacción, temperatura de inicio y final de reacción, máxima velocidad de conversión y temperaturas picos de reacción. Los resultados arrojados de la caracterización inicial mostraron que el bajo contenido de ceniza y el poder calorífico superior del residuo de yuca hacen que esta biomasa sea un candidato potencial para el aprovechamiento energético. Adicionalmente se observó durante el tratamiento térmico en atmósfera inerte, que el residuo de yuca experimentó dos eventos principales de pérdida de masa asociados a la descomposición de hemicelulosa, celulosa y lignina. Se encontró una mayor pérdida de masa cuando la muestra es sometida a la velocidad de calentamiento más alta y un incremento en la velocidad de conversión en todos los eventos. A menor velocidad de calentamiento, las temperaturas características como inicio y final de reacción son menores haciendo que las temperaturas picos de los eventos atribuidos a la composición lignocelulosa se desplacen hacia temperaturas menores durante la pirólisis.

Palabras clave: Residuos de biomasa, yuca, TG-DTG, pirólisis



GASIFICACIÓN AUTOTÉRMICA A ESCALA BANCO A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL PROVENIENTE DE RASTROJO DE SORGO

García Lina^{1,2}; Quicchi Agustina³; Córdoba Misael^{1,4}; Taverna, M. Eugenia^{3,5}; Busto Mariana¹; Bernard Mariana³; Badano Juan¹.

1INCAPE, Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (FIQ-UNL, CONICET), Santa Fe, Argentina, li-navigarciap@gmail.com

2Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería en Sistemas Ambientales (GCISA), Popayán Cauca, Colombia.

3CIDEME, Grupo de Cálculo, Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas (UTN FRSFco), San Francisco, Córdoba, Argentina.

4Grupo de Investigación en Catálisis, Popayán-Cauca, Colombia.

5INTEC, Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, Santa Fe, Argentina.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la caracterización, acondicionamiento y gasificación del rastrojo de sorgo, con el propósito de obtener gas de síntesis (syngas) para su potencial empleo en la generación de bioenergía, principalmente, para energía térmica y su posterior conversión en eléctrica. De esta manera, se contribuye con la transición energética que es uno de los propósitos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como los principios que rigen la bioeconomía y economía circular. La biomasa utilizada es rastrojo de sorgo azucarado (*Sorghum Saccharatum*, var. M81) cuyo acondicionamiento, involucra diferentes etapas previas al proceso de gasificación. Luego de la siembra, cosecha y recolección, se lleva a cabo un proceso de picado, secado y tamizado entre mallas de #20 y 35 en planta piloto. La fracción adecuada para la gasificación se caracterizó mediante la determinación del contenido de humedad, carbono fijo, material volátil y cenizas por medio del análisis próximo, análisis elemental (CHON), espectroscopia infrarroja (IR) y termogravimetría (TGA). Las pruebas de gasificación se llevaron a cabo en un sistema continuo a escala banco con un flujo másico de alimentación de rastrojo de sorgo de 0,840 kg/h, 400 g de dolomita como catalizador o arena como sólido inerte y una relación equivalente (ER: relación entre el oxígeno alimentado y el requerido estequiométricamente para una combustión completa) de 0,45 con una temperatura de equilibrio de 600 °C. El syngas obtenido fue caracterizado para determinar el contenido de alquitrán, relación H₂:CO y poder calorífico inferior (LHV). Para esto, se tomaron muestras y se procesaron por la técnica de SPA (Adsorción en Fase Sólida) y SPE (Extracción en Fase Sólida), las muestras obtenidas (líquidas y gaseosas) se analizaron mediante cromatografía de gases (GC). En las pruebas de gasificación se obtuvieron valores de contenido de alquitrán de 26 y 15 g/Nm³ con arena y dolomita, respectivamente. Es importante resaltar que el uso de la dolomita reduce un 40 % el contenido de alquitrán. Para ambas gasificaciones la relación H₂:CO y el LHV muestran valores similares de ~0,6 y 5,5 kJ/L, respectivamente. Los resultados indican que la gasificación continua, autotérmica y a escala banco de rastrojo de sorgo acondicionado es una vía prometedora para la generación de bioenergía lo que es atractivo desde el punto de vista ambiental y económico.

Palabras clave Gasificación, Rastrojo de Sorgo, Bioenergía

DISEÑO ÓPTIMO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE PRODUCCIÓN DE PELLETS A PARTIR DE AGRO-RESIDUOS EN QUERÉTARO, MÉXICO

Luis Fernando Monroy-Garduño, Dulce María Aguilar-Murguía, Carlos Eduardo Guzmán-Martínez, Claudia Gutiérrez-Antonio, Sergio Iván Martínez-Guido*

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala, 76265, El Marqués, Querétaro, México. sergio.martinezg@uaq.mx

RESUMEN

La demanda de energía a nivel global ha incrementado drásticamente debido al crecimiento poblacional y los cambios en el estilo de vida. Particularmente, en México se ha tenido un aumento del 209% en el consumo de electricidad a nivel nacional en el periodo 1990 a 2020, alcanzando los 307.48 TWh. Por otro lado, durante el mismo periodo se ha observado un decremento en la producción de energía de aproximadamente 23.15%, equivalente a 6,292 TJ. Bajo este tenor, hoy en día es necesario identificar nuevas fuentes energéticas sustentables, con las que sea posible satisfacer las necesidades de una forma económica y eficiente. En este sentido, la biomasa es uno de los componentes más abundantes y disponibles en todo el planeta, por lo que es una pieza clave en la producción de bioenergéticos que permiten promover la economía circular. Específicamente, el uso de biomasas residuales de procesos agroindustriales como materia prima de los biocombustibles es una alternativa atractiva con la que es posible visualizar un panorama energético sustentable, al mismo tiempo de promover la gestión de integral de estos residuos. Así, en el presente trabajo se plantea el diseño óptimo de la cadena de suministro de producción de pellets a partir de agro-residuos, tomando como caso de estudio el estado de Querétaro en México. Para ello se propuso un modelo de optimización matemática mixto entero lineal el cual fue codificado en GAMS®. Los resultados muestran que es posible satisfacer el 62% de energía en Querétaro usando pellets obtenidos a partir de biomasa agro-residual; además, el uso de estos biocombustibles posibilita una reducción del 20% de emisiones al sustituir fuentes convencionales para la producción de energía por agroresiduos. Adicionalmente, el precio por cada tonelada de pellets es 95% más barato que el uso de una tonelada de gas o diésel, y emite 27% y 42% menos emisiones que el carbón y diésel respectivamente.

Palabras clave: biomasa residual, economía circular, optimización matemática.

Los autores agradecen el apoyo recibido por el proyecto 320583 de la Convocatoria de Ciencia Básica y de Frontera, Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022.



INTEGRACIÓN ENERGÉTICA DE UNA BIOREFINERÍA QUE PROCESA *JATROPHA CURCAS* PARA LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE SUSTENTABLE DE AVIACIÓN

Romero-Izquierdo, Araceli Guadalupe^a, Hernández-Jaime, Laura Daniela^b, Gutiérrez-Antonio, Claudia^a, Gómez-Castro, Fernando Israel^c, Hernández, Salvador^c

a Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala, Carretera a Chichimequillas s/n km 1 El Marqués, Querétaro, 76225, México

b Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Ex-Hacienda el Copal Im 9, Carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, 36500, México

c Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Col. Noria Alta, Guanajuato, Guanajuato, 36050, México
araceli.romero@uaq.mx

RESUMEN

El desarrollo de procesos sustentables para la producción de combustible renovable de aviación coadyuva a la recuperación sostenible del sector de aviación; en tales procesos, la aplicación de estrategias de eficiencia energética puede ayudar a mejorar su competitividad económica y ambiental. En este trabajo se presenta la integración energética en una biorefinería de *Jatropha curcas* (JC) para la producción de combustible sustentable de aviación, como producto principal, mediante la metodología del punto de pliegue y el algoritmo de la tabla problema. La aplicación de la integración energética se basa en la construcción de dos rutas, definidas por los intercambios de material entre los procesos que las integran; en la ruta 1 (R1), gasificación, prensado mecánico, transesterificación, DA-AHCF (ácido diluido, hidrólisis ácida y co-fermentación) y pirólisis; y, en la ruta 2 (R2) proceso ATJ (alcohol a combustible de aviación), hidrot ratamiento y digestión anaerobia. Se consideran para la R1, 7 y 6 corrientes calientes y frías, respectivamente, mientras que, para la R2, 6 y 8 corrientes calientes y frías, respectivamente. Los resultados muestran que es posible alcanzar hasta 77 % y 79 % de ahorro de servicios de calentamiento y enfriamiento para R1, mientras que hasta 70 % y 95 % de ahorro de servicios de calentamiento y enfriamiento para R2. Estos ahorros suponen menor impacto ambiental, respecto al esquema sin integración, debido al menor consumo de servicios externos, lo cual podría mejorar significativamente la economía del proceso.

Palabras clave: Biorefinería, Integración de Energética, Bioturbosina, *Jatropha curcas*

ANÁLISIS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO Y TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA EN BRICKETS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ENERGISA-TOCANTINS

Astrogildo Pires Bernardo y Juan Carlos Valdés Serra

Universidad Federal de Tocantins (UFT). Brasil, astrogildo.bernardo@mail.uft.edu.br

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo investigar las propiedades físicas, químicas y energéticas de briquetas producidas a partir de residuos de *Licania tomentosa* Benth Fritsch (Oiti), con hojas (OCF) y sin hojas (OSF) colectadas en la Ciudad de Palmas Tocantins, Brasil. Tocantins es uno de los Estados Brasileños que componen la Amazonía Legal. El estado cuenta actualmente con 100.000 km de red de energía eléctrica, la cual está bajo la responsabilidad de Grupo Energisa. La actividad de distribución de energía eléctrica es altamente generadora de residuos de poda proveniente de la vegetación que se encuentra a lo largo de la red eléctrica. Una de las atribuciones del Grupo Energisa como contratado por el servicio público sería realizar la poda de la vegetación constante en la red eléctrica y también, la destinación de los residuos acumulados por la actividad. Una disposición incorrecta de los residuos vegetales puede generar daños ambientales y eleva los gastos con transporte. Sin contar, las grandes áreas ocupadas por causa de la disposición "correcta". Una forma eficaz de solucionar este problema sería la compactación de los residuos de biomasa y su aprovechamiento energético en forma de briquetas. Este trabajo concluye que las briquetas producidas a partir de los residuos de poda de árboles de la especie estudiada presentaron propiedades semejantes a los propuestos en la literatura, por lo tanto, son aptas para el aprovechamiento energético. Además, se concluye, desde el punto de vista ambiental, que este aprovechamiento impacta positivamente, ya que evita la tala de árboles y reduce la emisión de gases de efecto invernadero.

Palabras clave: Biocombustibles sólidos; Biomasa compactada; Briquetas; Poda de árboles.



EVALUACIÓN 3E, ENERGÉTICA, EXERGÉTICA Y ECONÓMICA EN PLANTA DE INCINERACIÓN DIRECTA DE RESIDUOS URBANOS CON GENERACIÓN ELÉCTRICA.

Nilson Yulian Castillo Leon

Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia, nycastillo@correo.uts.edu.co

RESUMEN

El crecimiento industrial de países en vía de desarrollo enfrenta desafíos económicos, sociales y ambientales, íntimamente relacionados con el aseguramiento de la demanda energética, este estudio relaciona los anteriores aspectos por medio de la tecnología WtE, un enfoque de gestión de residuos sólidos urbanos RSU que permite utilizar parte de la problemática como fuente de solución, produciendo energía eléctrica y disminuyendo riesgos ambientales y sociales que pueden causar emergencias sanitarias derivadas de los rellenos sanitarios. El objetivo del presente estudio es realizar una evaluación Energética, Exergética y Económica que valore los flujos de RSU generados por pequeñas ciudades, utilizando la tecnología de Incineración directa de residuos con generación de electricidad. El análisis energético y exergético se alcanzó evaluando una configuración convencional de ciclo Rankine por medio de un enfoque analítico de primera y segunda ley de la termodinámica, se calcularon las propiedades termodinámicas en cada estado para determinar los rendimientos energéticos y exergéticos de planta, posterior a ello, se definieron los supuestos financieros para desarrollar el análisis económico. Los parámetros de vapor de los ciclos Rankine se estimaron en 40 bar y 380°C, con un PCI de los RSU de 8,786 kJ/kg. La eficiencia energética y exergética se calculó en 22.6% y 20.37% respectivamente, entregando a la red 87.4 GWh por año y una Exergía destruida de 58 MW, con un periodo de recuperación de la inversión de 19.7 años, un valor presente neto (VPN) de \$ 5.880.477 USD, una tasa interna de retorno (TIR) de 11.16% y un costo nivelado de electricidad (LCOE) de 190.14 USD/MWh. Se pudo concluir que los bajos rendimientos energéticos se deben a los parámetros de vapor, penalizados por efectos corrosivos de las basuras, la mayor destrucción de exergía se da en la caldera de residuos, alrededor del 90%. Bajo las condiciones de este estudio, la variable más significativa por ingresos de planta, es la tarifa de eliminación de RSU.

Palabras Calves: Evaluación Energética, Análisis de Exergía, Costo nivelado de electricidad, Incineración directa, Residuos sólidos urbanos.

ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LA TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS FORESTALES EN CARBÓN EN SIGUATEPEQUE, HONDURAS

Arlin Martínez Vásquez¹ y Dagoberto Arias Aguilar²

1Aserradero San Francisco S de R L., Costa Rica, email: arlin.martinez@gmail.com

2Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

RESUMEN

Actualmente el mundo de los negocios se ha visto en la necesidad de renovar sus viejos principios adaptándolos a nuevas posturas y propósitos que conllevan a una nueva versión de los negocios “la bioeconomía”. Consiente de esta realidad Aserradero San Francisco se ha comprometido en valorar cada uno de los productos que fabrica e implementar los principios de la economía circular a sus procesos. Bajo este argumento la empresa instaló recientemente la única planta de producción de carbón vegetal en el país a partir de los residuos forestales que resultan de su proceso productivo. El equipo de carbonización es de origen chino con una capacidad de procesamiento de cien metros cúbicos mensuales, lo que se convierte en aproximadamente nueve mil kilos mensuales de carbón vegetal. Asimismo, como parte de este proceso se obtiene otros subproductos del proceso como los son bio aceites, alquitrán y ácido piroleñoso. Actualmente el producto se comercializa a nivel nacional con aceptación por los clientes finales, ya que es el único carbón que se produce en el país a partir de residuos forestales. Los productos comercializados de este proceso son: Carbón vegetal, Bio carbón, Ácido piroleñoso, Briquetas de carbón. La implementación de esta experiencia ha sido muy satisfactoria dado el beneficio ambiental al utilizar los residuos forestales, así como el secuestro del carbono en el caso del biocarbón, la generación de nuevas fuentes de empleo y incidencia económica en las finanzas de la empresa.

Palabras claves: Bioeconomía, economía circular, residuos forestales, carbón vegetal, biocarbón, ácido piroleñoso.



MEJORA DEL RENDIMIENTO ECONÓMICO, MEDIOAMBIENTAL Y DE SEGURIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE DE AVIACIÓN MEDIANTE LA INTENSIFICACIÓN E INTEGRACIÓN DEL PROCESO UTILIZANDO UN ENFOQUE DE MODULARIDAD

Arick Castillo-Landero^a, Diana Dominguillo-Ramírez^a, Jorge Aburto^a, Jhuma Sadhukhan^b, Elias Martinez-Hernandez^a

^aBiomass Conversion Division, Instituto Mexicano del Petróleo, Lázaro Cárdenas 152, Mexico City 07730, Mexico
^bCentre for Environment and Sustainability, University of Surrey, Guildford GU2 7XH, UK

RESUMEN

En este trabajo se aplica una metodología para la intensificación del proceso y la integración del calor en un proceso de producción de biocombustible de aceite de palma utilizando el análisis de modularidad y se evalúan mediante el análisis tecno-económico y la evaluación del ciclo de vida (ACV). El análisis de modularidad integrado con el indicador de seguridad guió el alcance de las opciones de intensificación y la aplicación del ACV a nivel de módulos de proceso que facilitan el tratamiento de los reciclados. Se presentan dos alternativas, la primera es la intensificada únicamente y la segunda es la adición de la integración del calor. En ambos casos, se produce una mejora en términos económicos al disminuir los costes de los servicios públicos en un 2 y un 70%, respectivamente. La intensificación del proceso ofrece la oportunidad de obtener beneficios económicos, medioambientales y de seguridad, gracias a las diferentes formas de obtener un diseño intensificado. En términos generales, la intensificación implica la reducción del inventario mediante equipos más pequeños, la mejora de la zona de reacción y la minimización del consumo de energía y materias primas, lo que conduce a diseños más limpios y eficientes energéticamente en comparación con un caso de estudio convencional. La metodología desarrollada se basa en los fenómenos que intervienen en cada equipo y propone una nueva alternativa para intensificar un proceso reduciendo gradualmente el número de equipos. La modularidad se define como una medida de la fuerza de las conexiones entre los nodos que forman comunidades en las redes sociales. La oportunidad de aplicar un marco que incorpore un análisis de modularidad y seguridad es oportuna dado el desarrollo de nuevos procesos de conversión de biomasa y biorrefinerías para producir biocombustibles como el biocombustible para aviones. Resultados. Mediante el análisis económico, se obtuvo un valor anual de 433.227 dólares en costes de servicios públicos, y el retorno de la inversión es del 9,0%. El resultado del ACV es que el potencial de calentamiento global es de 2,62 kg de CO₂ eq., la toxicidad humana es de 9,30x10⁻³ kg de 1,4-DB eq., la acidificación es de 2,22x10⁻⁴ kg de SO₂ eq., la eutrofización de 5,87x10⁻⁵ kg de PO₄ eq., la oxidación fotoquímica es de 2,66x10⁻³ kg de C₂H₂ eq., y la ecotoxicidad acuática es de 1,65x10⁻⁵ kg de 1,4-DB eq. El valor de modularidad del proceso se mantuvo después de la intensificación, lo que apoya la hipótesis de que el sistema ya está muy integrado y la intensificación no redujo la modularidad del proceso. En esta distribución hay un cambio entre el módulo 4 y el 5. En este caso, la unidad Sep2 se traslada al módu-

lo 4, ya que la mejor distribución de modularidad se genera cuando el DWC propuesto se queda solo con sus 3 flujos de salida en el módulo 5.

Palabras clave: intensificación de procesos, modularidad, Bio-jet fuel



PIRÓLISIS DE BIOMASA Y RESIDUOS COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE Y SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID (ESPAÑA)

José María Sánchez-Hervás, Isabel Ortiz, Alejandro Márquez, Ana María Fernández, Marina Canivell, Esperanza Ruiz

CIEMAT, Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible, Avenida Complutense 40, Madrid (ESPAÑA), josemaria.sanchez@ciemat.es

RESUMEN

El Programa RETOPROSOST2-CM “Producción sostenible y simbiosis industrial en la Comunidad de Madrid”, busca promover la producción sostenible en la Comunidad de Madrid mediante la simbiosis industrial, transformando desechos industriales en productos de valor, como nutracéuticos, biocombustibles, fibras textiles, embalajes, sustratos prebióticos para cultivos o biodispersantes. El objetivo específico de la investigación que la Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible de CIEMAT realiza en RETOPROSOST2-CM es minimizar el volumen de residuos sólidos generados por empresas de la Comunidad de Madrid y aprovecharlos mediante valorización termoquímica. Específicamente se está investigando la transformación de residuos en Materias Primas Secundarias, MPS, mediante la tecnología de pirólisis. Como posibles aplicaciones se considera que los productos de la pirólisis pueden ser precursores de bioaceites, bioplásticos, biopolímeros y biochar. Se ha diseñado y se está ejecutando un programa secuencial en etapas: (1) Selección y Caracterización Residuos, (2) Estudios de pirólisis a escala laboratorio, análisis de productos y definición de los procesos de upgrading para obtención de las MPS, (3) Estudio de casos y aplicaciones de los productos obtenidos, (4) Análisis de ciclo de vida e implementación. Los estudios incluyen una selección variada de residuos biomásicos, que abarcan desde la industria agro-alimentaria hasta los residuos urbanos. Así se han estudiado piel de patata (PielP), descartes de patatas fritas (Chips), bagazo de cerveza (BCerv), pellets de residuos sólidos urbanos (RSU), de su fracción orgánica (FOR-SU) y de los finos procedentes de la fracción rechazo (Finos). Como material de referencia, se utilizaron pellets de pino (Pino). La caracterización físico-química ha incluido el análisis inmediato y elemental, realizado siguiendo las normas Europeas en vigor. Complementariamente se ha efectuado el análisis termogravimétrico acoplado a espectrometría de masas para determinar los modelos de degradación térmica de los materiales en condiciones de pirólisis. Los ensayos de pirólisis se han llevado a cabo a escala de laboratorio, en la estación Pirolab, a diferentes velocidades de calentamiento, hasta 500°C en atmósfera de nitrógeno. Se ha evaluado el efecto que ejercen los parámetros de operación sobre el rendimiento y composición de los productos de pirólisis. El producto líquido (bio-oil), ha sido caracterizado mediante GC-MS y con los resultados obtenidos, se estudian posibles aplicaciones de uso. La fracción sólida, biochar, se ha caracterizado mediante análisis químico y textural. El biochar se ha tratado mediante métodos físicos y químicos para producir carbones activados dirigidos a la captura de dióxido de

carbón y potencialmente aplicables a otros usos. Con los estudios realizados se ha logrado la transformación de residuos en recursos y materias primas secundarias, mediante la tecnología de pirólisis están obteniendo moléculas de valor añadido contenidas en la fracción líquida (bioaceite) y carbones activados en la fase sólida. Como futuras acciones, se llevarán a cabo la separación, upgrading de los productos y el ACV, para futuro el escalado de los procesos.

Palabras clave: Residuos, Economía Circular, Pirólisis.



REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS COMBUSTIBLES

Sergio Iván Martínez-Guido, Valeria Caltzontzin-Rabell, Claudia Gutiérrez-Antonio

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, 76010, Querétaro, Querétaro, México, claudia.gutierrez@uaq.mx

RESUMEN

Actualmente, la sociedad enfrenta grandes retos relacionados con la seguridad energética, así como con el cambio climático. Para ello se han centrado los esfuerzos en la investigación de fuentes de energía renovable que permitan contar con energía asequible en cualquier lugar del planeta y con bajo impacto ambiental. En este contexto, el uso de residuos agrícolas es una estrategia promisoriosa para la producción de biocombustibles sólidos ya que, por lo general, no son aprovechados y muchas veces son abandonados y/o quemados en los campos de cultivo. Por ello, el uso de tales residuos para la producción de pellets combustibles es una alternativa promisoriosa que se encuentra alineada al Concepto de Economía Circular. Así en este trabajo se propone la revalorización de residuos agrícolas para la producción de pellets combustibles. Los residuos agrícolas analizados incluyen cascarilla de arroz, paja de trigo, paja de frijol, y cascabillo de café. Dichas biomásas fueron caracterizadas en términos de contenido de humedad, cenizas, carbono, compuestos volátiles y poder calorífico. Posteriormente, las biomásas fueron densificadas considerando tres diferentes tamaños de partícula, y humedades. En algunos casos se realizaron mezclas entre las biomásas de estudio. Los resultados muestran que el cascabillo de café, la paja de frijol y la paja de trigo poseen excelentes propiedades como biocombustibles sólidos, por otra parte, la cascarilla de arroz debe usarse en mezclas debido a su alto contenido de cenizas, debidas al contenido de sílice. Adicionalmente, con base en los residuos generados a nivel nacional se calculó el potencial energético global de los biocombustibles generados a partir de ellos.

Palabras claves: bioenergía, revalorización, residuos agrícolas, pellets combustibles.

DESARROLLO DE ESTUFA A PELLET CON ALIMENTACIÓN MECÁNICA Y AUTOMATISMO ADAPTATIVO A BIOMASAS NO CONVENCIONALES EN ARGENTINA

M. Risso¹, M. Rearte¹, L. Ayguavella², M. Verardo², D. Pirlo², S. Kirikian²

1- *FabLAB - Laboratorio de Fabricación Industrial del departamento de Energías Renovables NOA (INTI), mrearte@inti.gov.ar*

2- *Productos Verayre (https://www.productosverayre.com.ar)*

RESUMEN

En Argentina la bioenergía ha crecido consistentemente mostrando algunos avances en materia de visibilidad, normalización y actores. Desde el punto de vista normativo, con el impulso de INTI y el marco de colaboración de IRAM se logró homologar y adaptar las normas más aceptadas a nivel mundial para su aplicación en nuestro país, los estándares ISO 17225 para biocombustibles y el estándar UNE EN 14785 para los equipos que utilizan este biocombustible. Con estas herramientas el INTI desarrolló, en conjunto con una pyme nacional, metodologías para fomentar la incorporación de estándares en la fabricación tanto del BCS como en los equipos de combustión, particularmente para el uso a escala domiciliaria. Éste trabajo se centra en las actividades realizadas para promover el desarrollo de un proveedor nacional de estufas a pellet, la empresa “Productos Verayre”. A partir de los avances en términos normativos, el Departamento de Energías Renovables NOA desarrolló una metodología de asistencia técnica remota “ATR” para dinamizar el acercamiento con las pymes durante la pandemia para trabajar en “HUB” con fabricantes de equipos de combustión, específicamente de estufas diseñadas para un nicho comercial donde el biocombustible a utilizar debe ser de alta calidad en comparación a la leña, utilizada históricamente para calefacción doméstica en el ámbito rural o residencial. Este combustible es el pellet de origen leñoso según ISO 17225-2 y de origen no leñoso según ISO 17225-5. Una de las primeras pymes en encomendarse a la tarea de diseño de un equipo de alimentación mecánica que pueda adaptarse a pellets tanto leñosos como no leñosos fue la empresa Verayre cuyo equipo técnico participó en capacitaciones y rondas de fortalecimiento técnico con el FabLAB de INTI NOA dedicado al desarrollo de las energías renovables y en particular a la verificación técnica de equipos de combustión con el objetivo de lograr un producto certificable. La empresa contaba con un diseño preliminar en el año 2020 que fue evolucionando en retroalimentación del proceso de fabricación e integrando conceptos transferidos y madurados en conjunto con el equipo del FabLAB. En esta estufa se desarrolló un sistema de control de combustión con varias innovaciones, incorporando un lazo de control de temperatura a diferencia del control por tiempos (ON/OFF), que permite, trabajar de manera continua a diferencia de otros modelos comerciales. Esto, en conjunto con la electrónica de corriente continua da como resultado la eliminación de los picos de consumo (parada y arranque) mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo eléctrico, para que en un futuro se pueda adaptar una batería con un panel fotovoltaico de dimensiones y costos aceptables



para que el equipo pueda utilizarse en zonas sin suministro eléctrico. Con soporte del INTI el prototipo estará en condiciones de montarse para realizar pruebas de certificación en el FabLAB de INTI durante 2022.

Palabras Clave: Biomasa; bioenergía; pellet; estufas; energías renovables; biocombustibles.

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA CHT A NIVEL INDUSTRIAL

Fidel Vallejo^{1,2,*}, Luis Díaz-Robles¹, Beatriz Ledesma³, Silvia Román³, Eduardo Sabio³

*1 Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Chile, Chile. *e-mail: fidel.vallejo@usach.cl*

2 Departamento de Agroindustria, Universidad de las Américas, Ecuador

3 Departamento de Física Aplicada, Escuela de Ingenieros Industriales, Universidad de Extremadura, España

RESUMEN

En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés por las tecnologías limpias capaces de convertir la biomasa en energía y otros productos de alto valor añadido. Sin embargo, el nivel de desarrollo de esta tecnología se encuentra todavía a escala de laboratorio y piloto. En países como Chile, se han implementado políticas de Responsabilidad del Productor para los residuos orgánicos y domésticos: plástico, cartón y papel, entre otros. Estudios previos indicaron que la biomasa lignocelulósica, el aserrín de pino radiata y la colza presentan condiciones óptimas de densidad energética, bajo contenido de cenizas y mínimos porcentajes de extraíbles acuosos que podrían reducir su masa y eficiencia energética. Además, estas biomásas destacan por su abundancia, el pino radiata constituyó el 56,6% del total de las plantaciones forestales en Chile en 2018, y el afrecho de colza aportó el 42% del total de las plantaciones industriales en las zonas andinas centrales. Este estudio analiza la viabilidad económica del proceso de Carbonización Hidrotermal (CHT) a nivel industrial para ambas biomásas mediante simulaciones en Aspen Hysys v10. Los rendimientos másicos y energéticos y el mayor poder calorífico presentaron errores inferiores al 5% respecto a los datos experimentales. Se realizó una evaluación económica a 20 años, con dos escenarios. La tasa de descuento fue del 8% y del 9,4% para los escenarios I y II, respectivamente. El coste medio ponderado del capital (WACC) fue del 5,4 y del 5,2% para los escenarios I y II. Los indicadores de resultados económicos indican que el ROE (Retorno sobre el Patrimonio) para el Escenario I fue de 14,5 y 13,63 % para el Aserrín de Pino Radiata y la Semilla de Colza, concluyendo que es más viable operar con Aserrín de Pino Radiata con un flujo equilibrio de biomasa residual de 200 ton/día, a la temperatura de operación de 190 °C, el tiempo de residencia del reactor CHT de 1 h, la relación B/W de 10 % y el precio del hidrochar a 300 CLP/kg.

Palabras clave: carbonización hidrotermal, viabilidad económica, simulación del proceso.

The authors thank the ANID – FONDEF ID18I10182 for the financial support and the net RIMSGES in the frame of CYTED programme



ANÁLISIS EXERGÉTICO Y ECONÓMICO PARA EL DISEÑO DE PROCESOS– CASO DE ESTUDIO PLANTA DE PIRÓLISIS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Milquez-Sanabria, Harvey Andres

*Fundación Universidad de América
harvey.milquez@profesores.uamerica.edu.co*

RESUMEN

Los residuos agroindustriales son una excelente fuente de materias primas y vectores energéticos, sin embargo, su procesamiento puede conllevar a costos y gastos adicionales a los que las industrias tradicionales, bajo un modelo de economía lineal, tienen presupuestados. Los procesos termoquímicos son una alternativa para la obtención de materias primas y vectores energéticos, pero como todo proyecto de inversión debe pasar por una serie de etapas, una de las primeras etapas es el diseño conceptual, el cual puede llevarse a cabo utilizando simuladores de procesos. En este sentido este artículo trae consigo una metodología apalancada en el uso de simuladores, para integrar aspectos ambientales relacionados con el análisis de la segunda ley de la termodinámica, y económicos para el diseño de procesos y proyectos. Se presentan las principales características que Aspen Plus v.10 requiere para simular el proceso químico, además se relaciona con el cálculo de la eficiencia exergética de las corrientes de proceso, auxiliares y los equipos; y finalmente se muestra el de costeo específico exergético (SPECO), para el costeo exergético del proyecto. De acuerdo con la literatura consultada y experiencia obtenida en la aplicación de dicha metodología, se puede indicar que tiene excelente potencial para el diseño de procesos en la etapa conceptual, teniendo en cuenta además de los aspectos técnicos, aspectos ambientales y económicos.

Palabras clave: Diseño de proyectos; Economía de la energía; Recursos renovables.

BIOENERGÍA COMO IMAGINARIO SOCIO-TÉCNICO DEL BIODESARROLLISMO EN ARGENTINA

Santiago Garrido y Gabriela Bortz

IESCT-UNQ-CICBA/Conicet, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Los países de América Latina enfrentan a un gran desafío en el sector energético y agropecuario debido a la necesidad de reducir importaciones y potenciar exportaciones en el actual contexto global de crisis de suministros agravada por el conflicto de la guerra entre Rusia y Ucrania. Sin embargo, estas políticas se ven tensionadas por la demanda de cambios estructurales que exige el cumplimiento de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático. Es en este marco, que las propuestas de transición energética y bioeconomía fueron incorporadas a la agenda política como narrativas combinadas para enfrentar los desafíos de desarrollo inclusivo y sustentable. En el caso argentino, la bioenergía es considerada una oportunidad, dadas las ventajas competitivas de Argentina en recursos biológicos y capacidades en ciencia y tecnología. Desde entonces, múltiples iniciativas intentaron involucrar al público en una visión colectiva, hacia nuevas imágenes de la modernidad. La bioenergía (enmarcada en la narrativa de la bioeconomía) se convirtió en lo que Jasanoff y Kim (2015) denominan “imaginarios sociotécnicos”: “visiones de futuros deseables mantenidas colectivamente, estabilizadas institucionalmente y realizadas públicamente, animadas por entendimientos compartidos de formas de vida social y orden social alcanzables a través de, y que apoyan, avances en ciencia y tecnología”. Estos imaginarios se potencian cuando se suman a otros imaginarios socio-técnicos como el de la economía circular y la transición energética justa. El objetivo de este trabajo es realizar una primera reconstrucción los orígenes y el desarrollo de la bioenergía en Argentina a partir de las políticas públicas impulsadas en términos de bioeconomía. Para ello se propone una metodología cualitativa basada en análisis documental, entrevistas en profundidad y observación participante. Asimismo, se propone una triangulación de aportes teóricos de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), enfoques de Política de la Ciencia y la Tecnología, Economía Política y estudios sobre transiciones a la sustentabilidad. En el trabajo se explora el surgimiento y expansión de la bioenergía en Argentina y su vinculación con el proceso político de consolidación de la bioeconomía una estrategia de intensificación de la producción agroindustrial sin agravar el equilibrio ambiental. Esta esta estrategia y las políticas públicas que la componen se sostienen una serie de premisas que garantizan su implementación en el país: la diversidad de biomasa y abundancia de recursos físicos, una agroindustria de las más competitivas del mundo, un sector biotecnológico muy dinámico, y un sistema científico-tecnológico con capacidad para relacionarse en forma virtuosa con los territorios. Las políticas públicas implementadas en Argentina para impulsar la bioenergía, comparten el imaginario sociotécnico que identifica a la bioeconomía como el futuro deseable para el desarrollo sostenible del país. Este imaginario, reproduce un discurso lineal del cambio tecnológico que, entre



otras cosas, desconoce la trayectoria previa experimentada por en el país en el desarrollo de la bioenergía. Asimismo, desconoce o minimiza los problemas y conflictos socio-ambientales asociados al sector bioenergético. Como contrapartida de esto último, no se identifican posibles alternativas para promover regímenes socio-técnicos más justos y sustentables.

MAPEO DEL MARCO JURÍDICO-NORMATIVO Y AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS EN MÉXICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE BIOENERGÍA.

Jorge Arturo Calderas Winder

Estrategia Circular MX, México

RESUMEN

Actualmente, en México, no se idéntica un documento actualizado que reúna todas las disposiciones que emanan del marco jurídico, normativo y administrativo que rigen, a nivel Federal, aplicables para llevar a cabo alguna actividad o servicio relacionado con la cadena de valor de la bioenergía (producción, comercialización, distribución, transporte y almacenamiento). Este mapeo busca ser una herramienta útil para los interesados en desarrollar proyectos que se relacionen con la bioenergía en México, que identifique: i) los insumos, las actividades y servicios de la cadena de valor de los bioenergéticos, ii) el marco jurídico-normativo que aplica a estas actividades, y iii) las autoridades administrativas competentes, en el ámbito de sus atribuciones, que otorgan permisos previos para realizar dichas actividades y servicios. El tipo de investigación se basó en la metodología cualitativa y descriptiva, la recopilación de la información se realizó a través de la revisión de la literatura que se publicó en las últimas dos décadas por organizaciones e instituciones del sector energía, se obtuvo información de las páginas electrónicas de la Cámara de Diputados y el Diario Oficial de la Federación, los resultados obtenidos se presentan a través de una jerarquía de leyes y normas basada en la pirámide Kelseniana. Se concluye que, en virtud de las disposiciones del marco jurídico-normativo mexicano aplicable a los bioenergéticos, éste se inclina por el fomento de la producción de los bioenergéticos líquidos y gaseosos para su aplicación en la generación de energía, así como mezcla con combustibles fósiles en el sector del transporte.

Palabras clave. Marco normativo, bioenergéticos y riesgos.



DENDROENERGÍA Y VOLATILIDAD MACROECONÓMICA: VIABILIDAD DE CULTIVOS DENDROENERGÉTICOS EN ARGENTINA

Demián Oleberg^a, Ana María Lupi^b

a Centro de Investigación en Economía y Prospectiva, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. oleberg.demian@inta.gob.ar

b Instituto de suelos, Centro de Investigación en Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

RESUMEN

La transición energética es ya tanto un objetivo político ambiental como de diplomacia internacional, además de ser una necesidad técnica y económica de las matrices energéticas nacionales. Esto suele justificar esfuerzos económicos especiales en incentivar estratégicamente la producción de energías renovables, generalmente requiriendo la asignación de recursos por fuera de las determinaciones corrientes del mercado, ya sea mediante subsidios directos u otros mecanismos de transferencia. Para una construcción e implementación adecuadas de políticas públicas en este sentido, se requiere la evaluación económica de los potenciales proyectos productivos, a fin de poder modelar su viabilidad ante diferentes contextos futuros posibles, y así cuantificar el nivel de subsidio que eventualmente requerirían para las respectivas condiciones económicas vigentes. El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación ex ante, modelizando para el período de los últimos 11 años (2010-2021) los efectos que generan los cambios en las condiciones económicas de contexto (precios relativos) sobre la viabilidad de plantaciones dendroenergéticas con *Eucalyptus grandis* en la región nordeste de Argentina. El modelo que construimos se basa en el análisis de flujos de fondos, optimización computacional y simulación de escenarios. Los resultados muestran que, para la mayor parte de la serie temporal analizada, y para las condiciones medias de los distintos escenarios de supuestos posibles, el modelo no resulta viable, ya que el precio mínimo que imponen las condiciones de producción y oferta de biomasa es superior al precio máximo que puede llegar a compensar la etapa de transformación energética.

Palabras clave: evaluación económica, modelos, bioenergía

POLÍTICAS ENERGÉTICAS EN ARGENTINA: APORTES EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE BIOGÁS

Caballero Sapiras, Graciela Luján; Decunto, Elias Valentin; Nogar, Ada Graciela

CESAL, UNICen; Buenos Aires, Argentina; caballero-graciela99@gmail.com

RESUMEN

El contexto climático y energético actual configuran una situación crítica global. En este escenario la transición energética, a partir de la incorporación de fuentes renovables, se perfila como una estrategia para mitigar el cambio climático y la pobreza energética. El uso racional de la energía, la eficiencia energética y las producciones descarbonizadas son los pilares de transición; Argentina cuenta con potencialidades para incorporarse en este camino hacia la generación de energía renovable. Entre otras alternativas, si bien aún incipiente, la generación de biogás mediante la reutilización de residuos proveniente de la actividad agropecuaria enuncia un horizonte favorable, en particular por las condiciones biofísicas-climáticas regionales, por las apropiaciones ganaderas cárnica estabuladas y ganaderas lácteas. El objetivo del trabajo es examinar la política energética en Argentina y su implementación a partir de programas de fuentes renovables hasta 2022, para identificar los impulsos a los proyectos de biogás que contribuyen al desarrollo de redes y territorios sostenibles, en correspondencia con los compromisos internacionales asumidos por Argentina (Acuerdo de París, ODS, COP26). La metodología consistió en la revisión de datos e información provenientes de fuentes secundarias: normativas, informes de organismos oficiales públicos y privados, artículos científicos y de medios de comunicación. Los resultados obtenidos evidencian que en el sXXI diferentes actores desarrollan proyectos, políticas y programas a escala nacional, adhiriendo a los compromisos internacionales vinculados a mitigar el cambio climático y la pobreza energética. Consecuentemente, se observa un incremento en el número de proyectos de biogás, principalmente en la Región Centro y Pampeana de Argentina. Como conclusión, la promoción de este tipo de proyectos de generación renovable es relevante como aporte para la construcción de una matriz energética diversa, sostenible y descentralizada.

Palabras claves: Políticas públicas, biogás, Argentina



RUMBO A LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RURAL SUSTENTABLE EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Luis Bernardo López Sosa & Carlos A. García Bustamante

1. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km3, Pátzcuaro, Michoacán.

C.P. 61614. lbernardo.lopez@uiim.edu.mx

2. Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán,

México. cgarcia@enesmorelia.unam.mx

RESUMEN

Uno de los retos que enfrentan las comunidades rurales es la satisfacción de su demanda energética a través de procesos sustentables, donde se involucre la producción, distribución y consumo final de energía de manera eficiente, asequible y no contaminante. Esta propuesta analiza, para una comunidad rural indígena en México, los impactos económicos y ambientales asociados a la satisfacción de la demanda energética para iluminación, cocción, entretenimiento y tecnología, higiene, educación y movilidad; mediante la formulación de tres escenarios diferentes: (a) estimación del consumo actual de energía (línea base) (b) satisfacción de dichas necesidades a través de recursos energéticos renovables disponibles localmente, y (c) satisfacción de necesidades y sus impactos potenciales haciendo uso de tecnologías eficientes con respecto a las tecnologías actuales, para refrigeración, combustión de leña e iluminación. Los resultados muestran la distribución actual en el consumo de energía para las necesidades identificadas. También se muestra el impacto ambiental en términos de emisiones de óxido de nitrógeno (NOx), metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). La evaluación de estos escenarios ha demostrado que los recursos energéticos disponibles son suficientes para abastecer toda la demanda energética local, a través de tecnologías como paneles solares, luces LED y estufas de combustión eficientes; y solo se requiere menos del 5% de la producción total de residuos de madera que genera la comunidad para lograr esta satisfacción. Finalmente, se sugieren algunos lineamientos para una estrategia de gestión energética que se base en los escenarios propuestos para la comunidad estudiada. Esta investigación proporciona información para la construcción de sistemas energéticos rurales sostenibles y para el desarrollo de esquemas de gestión energética en comunidades rurales y autónomas.

Palabras Clave: bioenergía, sustentabilidad, sistema rural.

Pósters (resúmenes)



Utilización de broza de café (*Coffea arabica*) seca como fuente alternativa para la generación de energía calórica

Robert Cubero Abarca¹; Roger Moya¹; Jorre Valaret²; Mario Tomazello Filho³

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Costa Rica. rcubero@itcr.ac.cr

2 Agrep Forestal S/A, Costa Rica

3 Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, Brazil

RESUMEN:

El procesamiento del grano de café (*Coffea arabica*) genera una gran cantidad de residuos que son fuentes de contaminación ambiental, por lo que se necesita una solución adecuada. El objetivo de este estudio fue determinar el potencial de la pulpa de café para producir briquetas y pellets. El estudio incluyó secado pulpa (mediante métodos de aire, solar y aire caliente), la producción de briquetas y pellets, la evaluación de sus propiedades energéticas, físicas y mecánicas, y la evaluación de la calidad de los pellets mediante densitometría de rayos X. Los resultados mostraron que la pulpa presentó un contenido de humedad inicial del 90%, resultando tiempos de secado de 699, 308 y 55 horas para secado al aire, solar y aire caliente, respectivamente, y los valores caloríficos de los pellets y briquetas fueron de 12.501 kJ kg⁻¹ y 11.591 kJ kg⁻¹, respectivamente. El contenido de cenizas fue de 8,68% para las briquetas y de 6,74% para los pellets. La densidad de las briquetas fue de 1.110 kg m⁻³, en comparación con los 1.300 kg m⁻³ de los pellets. Las densidades aparentes fueron de 1, 000 kg m⁻³ y 600 kg m⁻³ para las briquetas y pellets, respectivamente, y las absorciones de agua por parte de las briquetas fueron de 7.90% y 8.10% por parte de los pellets. El esfuerzo máximo de compresión horizontal fue de 26.86 kg cm⁻², medido en los gránulos, frente a los 4,52 kg cm⁻² de las briquetas. La carga horizontal máxima fue de 93,24 kg, medidos en las briquetas, frente a los 33,50 kg de los gránulos. El valor de la prueba de durabilidad de los gránulos fue del 75,54 %. mostró que el gránulo era uniforme y se observaron algunas grietas en la superficie del gránulo.

Palabras clave: biomasa, bioenergía, bioeconomía

Una revisión sobre las tecnologías de revalorización de residuos vitivinícolas

Carlos Eduardo Guzmán-Martínez, Oscar Daniel Lara-Montaño, Claudia Gutiérrez-Antonio

*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala, Carretera a Chichimequillas s/n
km. 1, 76225, El Marqués, Querétaro, México. dciqcarlos@gmail.com*

RESUMEN

A nivel global, la producción de vino es una actividad de gran impacto económico; en consecuencia, se generan cantidades considerables de desechos, tanto líquidos como sólidos, los cuales ocasionan problemas ambientales severos y daños a la salud. Sin embargo, los compuestos causantes de dichos problemas pueden ser recuperados y utilizados para mejorar distintos procesos, o ser transformados en productos de alto valor agregado. Así, con el fin de conocer el estado del arte actual en la revalorización de residuos vitivinícolas, se realiza una revisión bibliográfica sobre las tecnologías y áreas de oportunidad existentes. Dicha búsqueda es realizada en bases de datos con estricto arbitraje, tales como Elsevier, American Chemical Society, Springer, Wiley, entre otras. Los resultados muestran que los residuos sólidos están constituidos por la piel, semillas y tallos de las uvas; en ellos, se encuentran ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas, lípidos, celulosa, hemicelulosa y lignina. En los efluentes vinícolas, se presenta un alto contenido en carbohidratos, alcohol, ácidos carboxílicos, y en menor cantidad taninos y polifenoles. Por otra parte, los residuos sólidos son revalorizados en distintos sectores, entre los que se encuentran alimentación animal, alimentación humana, medicina, desarrollo de nuevos materiales con aplicaciones en los sectores agrícolas, biotecnológicos y de remoción de contaminantes. Por su parte, la revalorización de los efluentes vinícolas ha sido enfocada en la producción de biomasa, materiales orgánicos, biogás, biodiésel, biohidrógeno, biosurfactantes, así como enzimas. En general, los procesos de revalorización incluyen tecnologías biológicas, bioquímicas, y químicas, que permiten generar una gran diversidad de productos con diferentes aplicaciones. Un área importante de oportunidad es la aplicación de nuevas tecnologías, como el cultivo de insectos, así como la aplicación de estrategias de intensificación de procesos y de integración energética. Estas nuevas áreas de oportunidad permitirán mejorar la eficiencia energética y material de los procesos de revalorización, disminuyendo, al mismo tiempo, su impacto ambiental y aumentando su rentabilidad. A su vez, esto permitirá la vinculación de la industria vitivinícola a nuevos procesos industriales, en los cuales pueda participar como proveedor de materias primas o procesador de sus propios residuos, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

Palabras clave: conversión de residuos, residuos vitivinícolas, revisión bibliográfica; tecnologías de revalorización.



Herramientas de decisión multicriterios para la selección de biomásas agrícolas

María Antonieta Riera^{1,2}, Ricardo Raúl Palma³

1Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo - Ecuador

2Doctorado en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza – Argentina

3Instituto de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza – Argentina

RESUMEN

La toma de decisiones en situaciones complejas, requiere por lo general el uso de herramientas multicriterios o (MCDM) basadas en modelos de investigación de operaciones, que faciliten el proceso de elección. Una de estas es el proceso de jerarquía analítica (AHP) propuesto por Saaty, para la jerarquización y comparación pareada de criterios de decisión. Otra herramienta poderosa usada en la actualidad junto con el MCDM, son las técnicas de georreferenciación. En este sentido, se planteó el uso conjunto de AHP difuso con sistemas de información geográfica, para la selección de biomásas generadas por la actividad agroindustrial del Ecuador con el fin de utilizarlas como materia prima en la obtención de bioplásticos. Se establecieron cuatro criterios de elección: Disponibilidad del residuo, industrialización, impacto social-ambiental y aspecto geomorfológico; constituidos a su vez por tres subcriterios cada uno. Las alternativas de decisión, fueron cada uno de los residuos generados por la actividad agroindustrial de los principales rubros del país. Con la información de los criterios, subcriterios y alternativas de decisión para la selección de residuos agroindustriales, se construyó un instrumento de evaluación donde participó un panel de expertos conformado por 7 investigadores adscritos a universidades e institutos de investigación ubicados en suramérica. Por último, se realizó un análisis de sensibilidad del resultado obtenido, para evaluar los cambios presentados al variar los pesos de los criterios y con ello verificar la solidez de los resultados. En total se evaluaron 23 residuos pertenecientes a 11 rubros, y al realizar la ponderación y respectivo procesamiento de datos, el criterio con mayor importancia fue el social-ambiental seguido de la disponibilidad del residuo. De forma global, los residuos con mayor importancia según la ponderación dada por el panel de expertos desde la perspectiva evaluada fue el banano, plátano y maíz. El análisis de sensibilidad realizado, indicó que los cambios en la puntuación del criterio de industrialización, son los que más influyen en los resultados en cuanto a importancia de los residuos evaluados. Aunque el trabajo realizado se orientó a la selección de biomásas agrícolas para su posterior uso en la producción de bioplásticos, la metodología empleada puede replicarse en la obtención de otros bioproductos.

Palabras clave: AHP, georreferenciación, residuos agroindustriales.

Deslignificación de olote maíz por ultrasonido

Josué Addiel Venegas Sánchez¹; Gomez-Diaz Luis²

*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Energías Renovables¹, División de Ingeniería en Mecatrónica², Huichapan, Hidalgo, C.P. 42411, México;
javenegas@iteshu.edu.mx**

RESUMEN

En la actualidad el uso de las distintas fuentes de energía renovable es una realidad. Sin embargo en México que cuenta con recursos como: eólico, solar, geotérmico, hídrico y de biomasa, se continúa con la dependencia de los combustibles fósiles, de los cuales se obtienen diversos productos, donde un porcentaje importante es destinado al transporte. Para la obtención de biocombustibles se puede usar residuos agroindustriales, los cuales deben de pasar por un pre-tratamiento para eliminación del material lignocelulósico. Esto se pueden llevar a cabo diferentes métodos como el lavado con agua caliente, hidrólisis ácida o hidrólisis enzimática. El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones que maximicen la deslignificación del olote de maíz aplicando una solución alcalina en combinación con ultrasonido. Metodología. El olote de maíz se obtuvo de productores aledaños a la zona de Huichapan, Hidalgo, así como de la plataforma del programa MasAgro del (CIMMYT). La materia prima se secó en un horno de convección forzada a 80°C por 6 horas. Una vez seco el olote, se trituró y pasó por un tamiz número 40. La deslignificación del olote de maíz (20 gr) se realizó en vasos de precipitado de 600 ml de capacidad, el olote de maíz se suspendió en agua destilada, la cual se ajustó para tener una concentración de 0.5% de NaOH. La solución se colocó en una parrilla eléctrica con agitación magnética para calentar a 40, 60 y 80 °C, respectivamente. Posteriormente se expuso al ultrasonido (US) a una frecuencia de 24 kHz. Las muestras se centrifugaron inmediatamente a 4000 rpm durante 15 minutos. Para medir el porcentaje de deslignificación se tomaron muestras al inicio y en periodos de tiempo fijos (30, 60 y 90 minutos). La solución se ajustando hasta un pH de 5 agregando H₂SO₄ para precipitar la lignina. Resultados. Se realizaron dos rondas de experimentos, con una variación en la amplitud del equipo de ultrasonido (70 y 100%), en ambos se mantuvo la potencia (100 W), capacidad (70%) del US. Puede notarse que se logra una máxima remoción de lignina a una temperatura de 40°C, durante una hora de exposición a US. Conclusiones. La cantidad de lignina obtenida con el US resulta mayor comparada con los métodos de pulpeo, cabe destacar que la concentración de NaOH utilizada en este trabajo es significativamente menor que a otros trabajos [4, 5], lo que demuestra que se requiere una menor cantidad de químicos para lograr la extracción de lignina.

Palabras clave: pre-tratamiento, biocombustibles, residuos agroindustriales



Evaluación y caracterización de residuos agrícolas de *Zea mays* para su aplicación como biocombustibles sólidos

Mario Morales-Máximo¹, Cindy Nereida Morales Máximo², Luis Bernardo López-Sosa³

1Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edif. D. Cd. Universitaria, Av. Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, C.P., Morelia 58040, Mexico

2 Maestría en Sostenibilidad para el Desarrollo Regional, Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, Carretera Pátzcuaro- Huecorio Km. 3, Pátzcuaro 61614, Mexico

3Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km. 3, Pátzcuaro 61614, Mexico, mmoralesmaximo@gmail.com, cmoralesm04@uiim.edu.mx, lbernardo.lopez@uiim.edu.mx

RESUMEN

El aprovechamiento de residuos orgánicos para aplicaciones energéticas ha cobrado relevancia en los últimos años, puesto que representa una estrategia sostenible para satisfacer necesidades energéticas de diferentes sectores de la población. En este sentido, la presente propuesta evalúa el potencial energético de los residuos agrícolas de *Zea mays* de una comunidad indígena de México. El estudio consiste en cuatro etapas: (a) la evaluación de la producción de residuos en todas las áreas de cultivo comunitarias (b) la caracterización morfológica y fisicoquímica, mediante microcopia electrónica de barrido (SEM), así como espectroscopía de infrarrojo (FTIR) y Raman (c) la evaluación proximal y funcional de los residuos, a través de análisis de fibras, determinación del carbono fijo, humedad, estimación del poder calorífico, microanálisis de cenizas y análisis elemental, y (d) evaluación del potencial energético y análisis multicriterio. Los resultados muestran que los residuos de *Zea mays* poseen valores de humedad inicial menores 10%, contenido de cenizas por debajo del 20%, carbono fijo del orden del 14%, un poder calorífico del 17.6MJ/kg asociado a compuestos poliméricos y carbohidratos, así como un porcentaje de compuestos extraíbles del orden del 40%. La producción de estos residuos en 249 hectáreas (ha) de cultivo que se utilizan generarían 23 TJ/año, mientras que, si cultivará el total de hectáreas disponibles el total de generación de energía sería de 330 TJ/año, suficientes para satisfacer la demanda de combustibles maderables de aproximadamente 7 comunidades con las características de la comunidad de estudio. Debido a este potencial, así como a los resultados de la caracterización, los residuos agrícolas mencionados son una alternativa energética para satisfacer la demanda de energía en comunidades de Michoacán, México.

Palabras clave: *Zea mays*, Energía rural, biocombustibles sólidos

Cuantificación de biogás empleando métodos gravimétricos a partir de residuos de maíz y frijol

Karen González Cabrales, Ernestina Moreno-Rodríguez*

*Department of Chemical Food and Engineering, Engineering School, Universidad de las Américas Puebla, Sta. Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla 72810, México. *email: ernestina.moreno@udlap.mx*

RESUMEN

En el estado de Puebla, y en particular en el municipio de San Pedro Cholula, la agricultura (maíz, frijol, haba, alfalfa y maíz) son una de las principales actividades económicas. Con base a lo anterior, en el presente trabajo de investigación se presenta la metodología para la producción y cuantificación de biogás por métodos gravimétricos a partir de residuos de maíz y frijol para aprovechar estos recursos y evitar vectores de contaminación. En donde, se plantea la adición de una solución mineral y de oligoelementos para favorecer la producción de este gas. Objetivo General: Cuantificar la cantidad de biogás producido mediante métodos gravimétricos, donde se empleará una solución mineral y de oligoelementos, cuyo objetivo será favorecer la producción de este gas. Metodología. Para la realización del experimento, se obtuvieron residuos de frijol y maíz de la zona de Puebla. Se acondicionaron 13 biodigestores a nivel batch, de los cuales 6 biodigestores se alimentaron con residuos de frijol, 6 biodigestores con residuos de maíz y el último biodigestor se tomó como blanco (100% de lodos activados). Se realizaron mediciones gravimétricas de la tasa de generación de biogás a lo largo del tiempo. Resultados y discusión. A partir de los resultados obtenidos, se realizó un ANOVA simple y de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Se determina que el porcentaje de residuos que presenta una mayor generación de volumen es el biodigestor con 30%. Asimismo, se exploró la relación existente entre volumen de biogás generado (V_b), los tipos de residuos agroindustriales (maíz y frijol) (bloques o tratamientos) y el % de residuos industriales (factor). Los resultados del factor considerado como % revelan que la preparación de los sustratos (% de residuo) en la alimentación del biodigestor es un factor limitante en la generación de biogás. Conclusiones. La producción de biogás sí tiene un incremento con el uso de una solución mineral con oligoelementos, tanto para el maíz como para el frijol. Además, al comparar los biodigestores de frijol de 30 y 10%, se puede ver que en aquellos sustratos que contenían un 30% de residuo industrial generaron una cantidad mayor de biogás. Sin embargo, en el caso del maíz, los resultados indican que no existe una preferencia marcada para algún porcentaje de residuo. Además, si se comparan los residuos de maíz y frijol en relación a la composición del 10%, el maíz produce un mayor volumen de biogás que en comparación con el frijol. En el caso del método gravimétrico utilizado para la cuantificación de biogás, a nivel laboratorio entrega resultados confiables, ya que es rápido y fácil de hacer, y no se requiere de muchos instrumentos como en las técnicas volumétricas y manométricas.

Palabras claves: biogás, métodos gravimétricos, maíz y frijol



Producción de metano a partir de anaerobiosis mediante la codigestión de residuos de mariscos y pescados y vinazas mezcaleras en pruebas BMP

Kathia Amital Lemus Sagrero; Ma. del Carmen Chávez Parga; José Apolinar Cortés*

1División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Mújica S/N, Morelia, 58040, Michoacán, México. E-mail: jose.apolinar@umich.mx

RESUMEN

La generación y deshecho de residuos por la industria ha generado efectos adversos al ambiente en suelo, agua y aire. Con la finalidad de contribuir a la disminución de estos efectos y generar su aprovechamiento, se evaluó la posibilidad de la obtención de un biogás rico en metano, para el caso específico de los residuos de las vinazas mezcaleras y de los restaurantes de mariscos y pescados. El potencial energético de ambos residuos se realizó a partir de codigestión anaerobia a través de la prueba BMP, aplicando los pretratamientos de temperatura, relación volumétrica de los residuos (vinazas mezcaleras y residuos de la industria restaurantera de mariscos y pescados) y pH, para la concentración de DQO de 15 g L⁻¹. El desarrollo experimental se realizó mediante un diseño de experimentos Taguchi L₄ con dos niveles (alto y bajo), considerando los parámetros de operación y control: se definió la caracterización de ambos residuos y de las pruebas BMP, parámetros de pH, alcalinidad/AGV's, SVT, SST, COT, NTotal y PTotal, el volumen de biogás producido y su contenido de metano. La mayor producción de metano fue de 669.89 ± 0.101 N mL, con concentración en el biogás de 84.7% % de CH₄, para la prueba con temperatura de pretratamiento de 25 °C, relación volumétrica de 1/2 de mariscos y pescados/vinazas mezcaleras, pH 11 y concentración de 15 g DQO L⁻¹. Los resultados obtenidos muestran que la codigestión de estos residuos, son candidatos para su aprovechamiento en la producción de energía y minimizar sus impactos al ambiente.

Palabras clave: Residuos, biogás, metano.

Aprovechamiento de residuos del cultivo de insectos (frass) como fertilizante: uso y beneficios

Jorge Iñaki López Portas, Valeria Caltzontzin Rabell, Claudia Gutiérrez Antonio

*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala, Carretera a Chichimequillas s/n
km 1, 76225, El Marqués, Querétaro, México; valeria.caltzontzinrabell@gmail.com*

RESUMEN

Anualmente, los residuos orgánicos generados a nivel mundial representan alrededor de 1,300 millones de toneladas. Por ello, estos residuos representan un importante problema que se incrementa de manera constante. Desde el punto de vista ambiental, cuando estos residuos no se tratan de manera correcta, y llegan a los vertederos o aguas residuales, se generan gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Además, desde el punto de vista económico, su manejo requiere de un importante uso de recursos. Un proceso explorado para el tratamiento y revalorización de estos residuos es el cultivo de insectos; este tratamiento biológico ha cobrado interés debido a que permite procesar diversos residuos y convertirlos en productos de interés, tales como proteína o grasa. Entre los diversos productos que se pueden obtener se encuentra el frass, el cual es un residuo que se obtiene después de separar los insectos del sustrato donde crecieron. El frass es una mezcla compuesta de excretas, exoesqueletos y residuos del sustrato, y se ha reportado que contiene un elevado contenido de nitrógeno y fósforo. Por otra parte, la agricultura actual depende directamente del uso de fertilizantes sintéticos, los cuales no son considerados viables ya que contienen recursos finitos como el fósforo, pueden contaminar mantos acuíferos o afectar la salud humana. Así, en el presente trabajo se revisaron diversos artículos científicos en los cuales se ha reportado el uso de frass como un fertilizante, resaltando los resultados obtenidos y comparando los diversos sustratos utilizados para su obtención. La propuesta de utilizar el frass como fertilizante representa una estrategia para incorporar los residuos orgánicos nuevamente en la cadena de producción, y con ello contribuir a la economía circular.

Palabras clave: residuos orgánicos, frass, economía circular



Torrefacción de residuos de cosecha de algodón del campus de la UNALM

Angela Tiffany Castillo Híjar¹, José Luis Calle Maravi¹, Mary Flor Césare Coral², Ana María Arellano Valz²

1Facultad de Ingeniería Agrícola - Universidad Nacional Agraria La Molina

2Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Agraria La Molina; atcastilloh@lamolina.edu.pe

RESUMEN

Se realizó la torrefacción de los residuos del cultivo de algodón (tallo y broza) a distintas temperaturas (200°C, 250°C y 300°C) en el Laboratorio de Energías Renovables (LER), de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Objetivo: calificar al proceso más promisorio para la obtención de combustibles sólidos. Metodología: se usó la torrefacción en una atmósfera inerte generada con nitrógeno, con una razón de calentamiento de 10°C/min y un tiempo de residencia de 30 minutos. Posteriormente, las muestras (sin tratar y torrefactos) se caracterizaron con los siguientes análisis: proximal (ASTM D7582) usando el equipo Termogravimétrico TGA701, análisis elemental (ASTM D5373) usando los equipos analizadores elementales CHONS628 y finalmente, el contenido energético para la determinación del poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) con el calorímetro AC600 mediante la norma ASTM D5865. Resultados: Se observa un leve aumento del PCS de la muestra al ser sometida a la torrefacción de 250°C, este aumento es paralelo a una gran pérdida de masa, causada por la descomposición de la hemicelulosa estructural de la muestra, sin embargo, a 300°C se observa que disminuye el PCS levemente. Para evaluar las características promisorias del proceso de torrefacción se utiliza el concepto de rendimiento energético. Conclusiones: La broza de algodón no es una biomasa prometedora para ser y obtener un combustible sólido con mejores características cuando se le aplica procesos de torrefacción a temperaturas mayores de 250°C. Sin embargo, este parámetro podría aumentar cuando la muestra es sometida a torrefacción a temperaturas comprendidas entre 200°C y 250°C.

Palabras Clave: biomasa de algodón, torrefacción, rendimiento energético.

Hidroxigenación de eugenol empleando catalizadores bifuncionales Ni-Pd y Ni-Pt sobre arcillas pilareadas con circonio

Emigdio Gregorio Zamora-Rodea*, Karen Jocelin García Rodríguez, Margarita González Brambila, José Antonio Colín-Luna

*Departamento de Energía, Área de Análisis de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco; *al2171800330@azc.uam.mx*

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron catalizadores bifuncionales mono y bimetálicos de Ni, Pd y Pt, empleando cargas metálicas totales menores al 3 % en peso soportados en arcillas pilareadas modificadas con cationes de circonio en la reacción de hidroxigenación de eugenol a condiciones medias de presión y temperatura, 3 MPa y 573 K. Los catalizadores fueron sintetizados a través del método de impregnación en estado sólido y se caracterizaron textural y estructuralmente a través de fisiorción de N₂ y difracción de rayos X. El catalizador monometálico que presentó mayor actividad fue el de Pd con un contenido de metal del 1 % peso, $k = 4.94 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$, además alcanzó una conversión del 99.98 % a los 75 min de reacción y selectividades a 4-propilfenol y propil-ciclohexano, 22 y 29 % molar respectivamente. Para el caso de los catalizadores bimetálicos, el más activo fue 1Ni1Pd, $k = 3.83 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$, alcanzando una conversión del 99.6 % a los 105 min y selectividades a 4-propilfenol y propil-ciclohexano, 14 y 31 % molar respectivamente, promoviendo las reacciones de desmetoxilación e hidroxigenación. Además, se comparó la relación molar H/C de combustibles de aviación comerciales, 1.98, y biocombustibles de aviación reportados en la literatura, 1.37, encontrando que los productos de reacción empleando el catalizador 1Pt es igual a 1.93. **Palabras clave:** bioaceite, hidroxigenación, catalizadores bifuncionales.



Efecto de zeolita natural sobre la producción de metano a partir de residuos porcícolas

Rosa Cecilia Ruiz-Bastidas¹, Luz Stella Cadavid-Rodríguez²

1Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, rcruibz@unal.edu.co,

2Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira

RESUMEN

La digestión anaerobia (DA) es un método efectivo para tratar el estiércol porcino ya que permite la obtención de energía renovable, biofertilizante y la disminución de los impactos ambientales asociados al manejo de este residuo. Sin embargo, la baja relación C/N del estiércol porcino genera altas concentraciones de nitrógeno amoniacal en el proceso de digestión reduciendo considerablemente el rendimiento de metano. La zeolita es un adsorbente efectivo del amoníaco, debido a que proporciona sitios de adsorción con cationes intercambiables para ion amonio y porosidad para amoníaco libre, por tal razón, en esta investigación se evaluó el efecto de zeolita natural de origen ecuatoriano sobre el rendimiento de metano de la DA de residuos porcícolas. Se evaluaron cuatro dosis de zeolita, 0.0, 1.0, 4.0 y 8.0 g/L, las cuales se definieron teniendo en cuenta el potencial de adsorción de nitrógeno amoniacal de la zeolita usada y la cantidad de nitrógeno requerido para el crecimiento y mantenimiento de la biomasa microbiana. Como unidades experimentales se usaron, 15 biorreactores discontinuos de 1 L con un volumen efectivo de 700 mL. La concentración de sólidos en cada uno de los reactores fue de 8 % de sólidos totales y se usó una cantidad de inóculo correspondiente al 20 % de los sólidos volátiles totales. No se realizó ajuste de pH, debido a la alta capacidad de amortiguación del estiércol de cerdo y sin agregar nutrientes adicionales porque el estiércol de cerdo tiene los nutrientes necesarios para un crecimiento bacteriano óptimo. Cada tratamiento contó con tres repeticiones. Se utilizó gas nitrógeno para crear un ambiente anaerobio dentro de los biorreactores y se incubaron a 37 °C ±2 con agitación de 60 rpm. Cada biorreactor contaba con un medidor de flujo de biogás y bolsas tedlar para almacenamiento del biogás desde las cuales se midió la calidad del biogás utilizando un analizador de biogás (BIOGAS 5000) el cuál medía el contenido de metano, dióxido de carbono y oxígeno en % v/v; así como la concentración de nitrógeno amoniacal y ácido sulfhídrico en ppm. La prueba finalizó cuando la producción diaria de metano durante tres días consecutivos fue <1 % del volumen acumulado de metano. Para analizar la estabilidad del proceso se realizaron análisis de parámetros de control, tales como pH, nitrógeno amoniacal, alcalinidad, ácidos grasos volátiles (AGV) y demanda bioquímica de oxígeno. Los resultados evidenciaron que la adición de zeolita tuvo un efecto significativo sobre la producción de metano ($p < 0.01$). Las dosis de zeolita que generaron la mayor producción de metano fueron 4.0 y 8.0 g/l con 0.335 y 0.317 Nm³ CH₄/kg SV respectivamente y los tratamientos con 1.0 y 0.0 g/l presentaron menor producción con 0.275 y 0.264 Nm³ CH₄/kg SV respectivamente ($\alpha = 0.05$). Además, se observó que la adición de zeolita evitaba la formación de espumas y mejoraba la relación

AGV/alcalinidad. Con la adición de zeolita natural se logró un aumento significativo en el rendimiento de metano de la DA de residuos porcícolas y un proceso con mayor estabilidad.

Palabras clave: Adsorción; amoníaco; zeolita; metano; residuos porcícolas



Aprovechamiento de residuos agroindustriales con fines energéticos

Cadenas González, María Teresa^{1*}; Arias Torres, Daniel de Jesús², Abner Mojarras Ricardez; Varguez Calcáneo, Emanuel³; Guzmán Rodríguez, Esteban³, Guerrero Zarate, David⁴ y Sánchez Jiménez, Julio Cesar³.

1Ingeniería de Procesos. Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ, AC). C. 23 de agosto, No. 213. Col. Jesus Garcia. Villahermosa, Tabasco, México. CP. 86040, teresa.cadena@ciateq.mx

2División Académica de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Popular de la Chontalpa. Carret. Federal Cárdenas-Huimanguillo Km 2 s/n. Heroica Cárdenas, Tabasco, México. C.P. 86597.

3Sistemas Mecánicos. Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ, AC).

4Laboratorio de Química analítica. División Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera estatal libre Villahermosa-Comalcalco KM 27 S/N, Ranchería, 86205 Jalpa de Méndez, Tab.

RESUMEN

La tecnología pellets aplicada a residuos de biomasa, con el fin de desarrollar productos de giro bioenergético, se presenta como una alternativa a los combustibles sólidos como el carbón y otros de origen fósil ante la demanda energética que existe a nivel mundial. Además, permite crear sinergias positivas en la interacción entre el sector agrícola-forestal (donde se produce la biomasa), el sector industrial que la transforma y los sectores que la utilizan (energético, transportes, residencial, etc.). Estas crean oportunidad de empleo local y agregan valor a los productos, al mismo tiempo que reducen la dependencia de recursos fósiles. El presente estudio tiene como objetivo aprovechar las propiedades energéticas de residuos agroindustriales de la región tabasqueña para la producción de pellets. La biomasa seleccionada (bagazo de palma de aceite, sargazo, cáscara de plátano, mazorca de cacao), previamente fue desinfectada y posteriormente seca al sol. Posteriormente se realizó la caracterización fisicoquímica de la misma, determinando humedad, ceniza y compuestos volátiles. Para el desarrollo de la formulación se utilizaron diversas concentraciones de aglomerantes (almidón de maíz, yuca y plátano). Los pellets se elaboraron en una maquina peletizadora marca DIBARGO mod. KL-120B; finalmente a estos pellets se les determinó diámetro, longitud, humedad, cenizas y poder calorífico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: bagazo de palma de aceite, entre 6 a 9 % de humedad, 90% de compuestos volátiles; cáscara de cacao, entre 4 a 6 % de humedad, 20 % de ceniza. Los pellets que presentaron mayor poder calorífico fueron: Bagazo palma + almidón Plátano con 14,031 J y Mazorca cacao + almidón plátano con 12,495 J. Esto sugiere que los residuos al ser transformados en un subproducto de valor agregado contienen propiedades energéticas que pueden ser aprovechadas en un futuro como biocombustibles sólidos para alimentar calderas o estufas ecológicas e incluso producir gas de síntesis a partir de estos.

Palabras clave. Biomasa, pellets, poder calorífico.

Valorización de biomasa lignocelulósica con líquido iónico para aplicaciones de biorrefinería

Beatriz Timoteo-Cruz^{ab*}, Raymundo Sánchez-Orozco^b, Rosa María Gomez-Espinoza^a

a Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Paseo Colón esq. Paseo Tollocan s/n, Col. Residencial Colón, 50120, Toluca, Estado de México

b División de Ingeniería Química, Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, Ejido de San Juan y San Agustín, 50700 Jocotitlán, Estado de México. *e-mail: beatriz.timoteo@tesjo.edu.mx

RESUMEN

Las biorrefinerías son procesos sostenibles de conversión de biomasa para producir combustibles y otros productos de valor agregado. En la actualidad, la celulosa contenida en materiales lignocelulósicos es separada de los mismos mediante métodos químicos, ácidos o básicos, altamente contaminantes, en los cuales las fibras son liberadas de la matriz de la biomasa. La demanda de mejores disolventes lignocelulósicos ha impulsado la búsqueda de nuevos materiales para el procesamiento de polisacáridos. Los líquidos iónicos (LI) se han estudiado como alternativas para evaluar los mecanismos de solubilización. En este estudio, se ha utilizado el líquido iónico cloruro de 1-butil-3-metilimidazolio ([Bmim][Cl]) para la disolución de la biomasa de *Typha latifolia* (TL). Los efectos de la temperatura (X_1 , °C), el tiempo de contacto (X_2 , h) y la carga de sólidos (X_3 , %w/v) sobre la concentración de azúcares reductores (Y , mg/g) se determinaron mediante la metodología de superficie de respuesta (MSR). Las condiciones de pretratamiento se optimizaron utilizando el diseño Box-Behnken, y se encontró que la máxima producción de azúcares reductores fue de 214.14 mg de azúcar/g de biomasa seca, con una temperatura de 120 °C, un tiempo de 1 h, y una carga de sólidos de 6%w/v. Además, el análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y análisis térmico (TG-DTG) sugirió que el pretratamiento de la biomasa con LI podía alterar significativamente la estructura lignocelulósica asociada a la recalcitrancia y, por tanto, promover la disolución de la fracción celulósica. Los perfiles de análisis térmico revelan una mayor tasa de descomposición media y pérdida de peso total, lo que indica una mayor degradación térmica de la biomasa tratada con líquido iónico. El pretratamiento con líquido iónico aumentó el rendimiento de azúcares reductores de TL 4.25 veces en comparación con la muestra no tratada. Los resultados indican la idoneidad de la biomasa lignocelulósica de TL pretratada con líquido iónico [Bmim]Cl para la obtención de azúcares fermentables y biocombustibles, facilitando una economía global más competitiva basada en una industria sostenible. El reto más importante en el uso de los LI para el pretratamiento de la lignocelulosa radica en proporcionar soluciones económicas para su reciclaje, por lo que es necesario buscar estrategias innovadoras para la reutilización eficaz.

Palabras clave: Lignocelulosa, líquido iónico, biorrefinería.



Caracterización del proceso de degradación térmica del residuo de cascara de naranja (agroindustria de Cítricos), mediante el análisis de la dependencia de las energías de activación (E_a) con respecto al avance de reacción (α), en una atmósfera de aire.

Miguel Ángel López Velazquez

Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache, México, miguel.lv@alamo.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar la degradación térmica en una atmósfera de aire (condiciones de combustión) de una biomasa residual (BRN) producida por la agroindustria de cítricos de Álamo Veracruz, mediante un análisis termo-cinético. Una serie de experimentos por análisis termogravimétrico (TGA) a diferentes velocidades de calentamiento (5, 10 y 15°C min⁻¹) fueron realizados, y los datos de DTG a diferentes velocidades de calentamiento se utilizaron para obtener información sobre la cantidad, magnitud y naturaleza de los diferentes procesos y para estimar la energía de activación aparente asociada a cada etapa a lo largo de todo el proceso de degradación térmica del BRN, así como para describir su dependencia con el grado de conversión de la reacción. Se analizan los productos gaseosos evolucionados durante todo el proceso de combustión del BRN con un espectrómetro FTIR acoplado al analizador termogravimétrico (TGA). El perfil térmico del BRN, se relaciona directamente con la curva de TGA, que presenta eventos identificados como resultado de las derivadas de la pérdida de masa. Los mecanismos de degradación en el proceso de combustión de la BRN, presentan comportamientos en términos de la dependencia de la energía de activación con respecto al avance de reacción; en este proceso se pueden definir diferentes etapas en función de los componentes lignocelulósicos principales. En el proceso de combustión de la BRN, se pueden definir diferentes etapas en función de los componentes principales lignocelulósicos. Finalmente este estudio permite establecer bases que permiten la parametrización del proceso de combustión de la BRN que se obtiene como subproducto del proceso industrial de la producción de jugo de naranja; con lo que se pueden establecer las condiciones experimentales para monitorear y controlar un proceso de esta naturaleza.

Palabras clave: Bioenergía, Lignocelulósico, combustión

Estudio de las propiedades mecánicas de materiales compuestos basados en yeso y jacinto de agua

Alba Chaves-Zapata¹, Mara Olivares-Marín², Estíbaliz Sánchez-González², Silvia Román-Suero¹

1 Dpto. Física Aplicada, Universidad de Extremadura, Avda. Elvas, s/n, 06006, Badajoz

2 Dpto. Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales, Universidad de Extremadura, Avda. Elvas, s/n, 06006, Badajoz; albacz@unex.es

RESUMEN

La industria de la construcción se encuentra entre las de mayor impacto medioambiental por su gran consumo de energía y emisiones de CO₂. En este marco, la reutilización de residuos biomásicos como reemplazo parcial de algunos de los principales materiales usados comúnmente en este sector, como puede ser el yeso puede ser prometedora. En esta línea, estudios recientes han encontrado resultados esperanzadores con el uso de ciertas biomásas como relleno para la elaboración de morteros basados en yeso, cumpliendo con la normativa EN 13279-1. Este trabajo tiene como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del jacinto de agua mezclado con yeso. Esta biomasa es una especie acuática invasora muy abundante en numerosos países, considerada una gran amenaza para los ecosistemas de los ríos donde se encuentra. Concretamente se seleccionó el tallo debido a su esponjosidad que puede relacionarse con su buen comportamiento como aislante térmico y acústico. Un yeso comercial, G (Longips tipo B1, EN13279-1:2009) se empleó como matriz y se mezcló con partículas secas de tallo de jacinto de agua (WHS) para desarrollar compuestos de base biológica. Se estudiaron diferentes proporciones WHS:G, desde una proporción 0:100, a una proporción 100:0, donde el material fue fabricado de WHS en su totalidad. Para la preparación del material, se empleó en todos los casos una cantidad total de agua de 0,62 cm³ por g de mezcla WHS-G. La mezcla WHS:G y agua se fraguó en un molde rectangular de aluminio bajo carga de 1 t mediante una prensa hidráulica durante 24 horas. Las muestras fraguadas fueron desmoldadas y se dejaron secar completamente al aire durante 3 días. Posteriormente se extrajeron probetas con las dimensiones adecuadas para la medición de las propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que a medida que la cantidad de WHS en referencia al G se incrementa, las propiedades mecánicas del material compuesto disminuyen. Dado que estudios realizados previamente mostraron un notable beneficio en cuanto a las propiedades de aislamiento térmico y acústico a medida que se aumenta la cantidad de jacinto de agua, se pone de manifiesto la necesidad de encontrar una situación de compromiso. Por otro lado, la resistencia a la flexión obtenida para algunas de las muestras preparadas fue ligeramente superior a otros resultados encontrados en la bibliografía cuando se utiliza otro tipo de biomasa. Cabría pues, extender este estudio hacia la variación de otros parámetros en la fabricación de las probetas, como el tipo de aglomerante o el tamaño de partícula de biomasa.

Palabras clave: bioarquitectura, jacinto de agua, flexión



Comparación de metodologías de cuantificación del recurso biomásico derivado de la poda del olivo en dos provincias productoras de la Argentina.

M. Reynoso¹, G. Martínez Pulido², R. Gildeza³, Y. Perdiguero Samaja², M. Rearte².

(1) Depto. Energías Renovables y Gestión Energética Cuyo - SORCUYO – GOAR; (2) Depto. Energías Renovables NOA - DT Industrias Emergentes - SORNOA – GOAR; (3) Depto. de Monitoreo y Control de Procesos Industriales NOA - SORNOA - GOAR – INTI, Argentina

RESUMEN

La Argentina está dentro de los primeros países productores de aceitunas para mesa y para aceite a nivel mundial, lo que coloca a este cultivo y a sus biomásas derivadas como fuente estratégica en el mapa de la bioenergía. No obstante, desde el 2008 se registra una evolución descendente debido a problemas productivos y de competitividad. Se estima que la superficie implantada con olivos en el país es 85.200 ha, localizándose esta actividad mayoritariamente en las regiones de cuyo y noroeste y en menor medida en centro y patagónica. El costo operativo más impactante del sector olivícola es el energético, para el bombeo de agua subterránea para riego de grandes extensiones de cultivos. El residuo de poda representa un pasivo ambiental importante, además del alto costo de disposición final que impacta en la rentabilidad del sector. La biomasa derivada de la poda de olivares, presenta un potencial energético importante que puede ser canalizado a través de diferentes tecnologías para su aprovechamiento como la gasificación de biomasa y producción de biocombustibles sólidos según ISO17225. Para optimizar la utilización de este recurso dentro de modelos de negocios más integrativos, se requieren metodologías confiables. El objetivo de este trabajo es comparar los resultados de dos metodologías aplicadas a estudios de campo para relevar el potencial biomásico de las provincias de Catamarca y Mendoza. En ambos casos se midieron la cantidad de poda generada, el volumen aparente y se controló la humedad s/ ISO 17225. En el caso A, se midió una fila de cultivo, (por que la poda se realiza una vez al año y fila de por medio, lo que permitió extrapolar los resultados) y los resultados se expresaron en kilogramos por unidad de estudio (separación entre plantas que posee la finca) se tomó la medida del diámetro mayor de la rama o tronco extraído producto de la poda. En el caso B, se tomó un sector de la parcela representativa de un comportamiento productivo medio, el muestreo fue de un espécimen al azar, en función de una secuencia regular de selección previamente establecida, de manera de que la estimación obtenida pueda ser asociada al tipo de cultivo en función de una secuencia regular de selección previamente establecida. El resultado del análisis comparativo de los casos, muestra valores similares entre sí y menor a la bibliografía consultada. Las variables a tener en cuenta para desarrollar una metodología unificada son la “densidad de la plantación” y el “tipo y frecuencia de intervención”.

Palabras Clave: bioenergía; cuantificación biomasa; biocombustibles

Uso de residuos forestales para calefacción en el Campo Experimental Agroforestal Trevelin (CEAT), Argentina

Martin O. Honorato¹ y Silvina M. Manrique^{2,3}

1 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agroforestal Esquel, Trevelin, Argentina, 9203, Ruta Prov.34 km 9. honorato.martin@inta.gob.ar

2 Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), CONICET-UNSa, Salta, Argentina, Avenida Bolivia 5150, A4408FVY.

3 Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias, Campus Externo, Universidad de Alcalá, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33600, Madrid, España.

RESUMEN

La calefacción en los hogares de la patagonia argentina es un tema no resuelto para aquellos que están aislados de la red de gas natural. Por otro lado las actividades de la foresto industria de la región generan residuos que no son aprovechados, aumentando el riesgo de incendios y enfermedades por su acumulación. El desarrollo y evaluación de equipos nacionales capaces de utilizar estos residuos en formatos modernos como el chip o pellet, sería una alternativa a esta problemática. Hay escasos fabricantes de este tipo de tecnología y por ello, tampoco existen pruebas y ensayos suficientes para evaluar su desempeño. Sin embargo, dado que la normalización de uso comercial de biomasa sólida moderna se está debatiendo actualmente a nivel nacional, se considera que en un horizonte cercano, dicha comercialización se verá fuertemente promovida, dadas las grandes cantidades de biomasa residual del país. En este estudio, se analizó la factibilidad técnica de sustituir calefactores de tiro balanceado que demandan gas licuado de petróleo (GLP) por radiadores de agua caliente para lograr calefacción centralizada en base a chips de madera, en un Centro Experimental (CE) de la provincia de Chubut (Argentina). Se realizaron estimaciones de cantidad de chips necesaria para calefaccionar el edificio del CE, y ensayos con el nuevo equipamiento nacional propuesto. Se evaluó el desempeño según: (i) autonomía del equipo, ii) consumo de combustible, iii) momento de entrada en régimen del sistema, iv) momento de temperatura de confort en el interior del edificio y v) eficiencia de combustión. Además, se realizó la estimación de reducción de emisiones que podrían lograrse por el reemplazo de un combustible fósil. Para una carga de chips de 15,2 kg se registró un tiempo de consumo de 2:34 h. La temperatura de régimen (65°C en radiadores) se alcanzó en 1:46 h, y el confort térmico en 2:16 h en la habitación sur. En promedio se obtuvo una eficiencia de combustión del 64 %. Se estimó una reducción de 0,715 tCO₂/ año por sustitución de GLP como combustible del sistema. El desempeño del equipo fue aceptable, obteniendo un valor bajo de autonomía, pero demostrando la factibilidad de funcionamiento y reemplazo del GLP por chips de biomasa residual. Nuevas experimentaciones permitirán ajustar el suministro de manera continua, mientras a la par se planifica un sistema de manejo y gestión del recurso. El desarrollo de la tecnología nacional es un desafío que aún requiere mayor investigación y desarrollo.

Palabras clave: bioenergía, chipeado, estufa de biomasa.



Potencial de biomasa residual de la agroindustria del noni (*Morinda citrifolia* L.) como fuente de biogás

Mara Fernanda Juarez-Cota¹, Yadrissia González-Arenas², Roberto Gutiérrez-Dorado², Xiomara Perales-Sánchez², Claudia Amezcua Vega^{1,3} Dulce Ambríz Pérez^{1,4}, David Santos-Ballardo^{1,4*}.

1 Maestría en Ciencias Aplicadas; 2 Posgrado en Ciencia y tecnología de Alimentos; 3 Ingeniería en Biotecnología, 4 Ingeniería en Energía, Universidad Politécnica de Sinaloa, México; 2020030670@upsin.edu.mx

RESUMEN

En México se producen aproximadamente 79 Mt de residuos orgánicos, de los cuales 79% son provenientes de la agricultura (hojas, tallos, vainas, etc.) y el restante 21% proviene de la agroindustria (bagazo de maguey, bagazo de caña, pulpa de café, residuos de mango, etc.). Usualmente suelen ser desechados de manera inadecuada causando problemas al medio ambiente y de salud pública. Esta materia orgánica, aún después de un proceso primario, tiene un alto potencial para ser utilizado para la obtención de diversos productos de valor, sobre todo en el mercado energético. Por otro lado, la industria del jugo noni ha ido creciendo de manera exponencial, debido al interés por sus propiedades beneficiosas a salud comprobadas a nivel mundial. En México, durante 2019 se registró una producción aproximada de 406 toneladas de este fruto. El jugo noni se produce por medio de una fermentación, con un rendimiento cercano a 40-50% de jugo del peso total del fruto, generando cantidades de residuos orgánicos. Actualmente no se registran reportes del aprovechamiento de la biomasa residual de noni (BRN) en el área de la bioenergía. Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo analizar el potencial de la BRN (obtenido directamente de la empresa productora de jugo noni: Leyenda®) para la obtención de biogás. Para esto, se realizó una caracterización proximal de la BRN, además del análisis de sólidos totales (ST) y sólidos volátiles (SV), posteriormente se midió el potencial metanogénico (con dos inóculos diferentes). El análisis proximal consistió en medición de porcentajes de grasas, proteínas, cenizas y carbohidratos, mientras que el cálculo de ST y SV fue por metodología estándar. El potencial de producción de metano se realizó por triplicado, mediante digestión anaerobia por lotes, utilizando dos inóculos, obtenidos de las plantas tratadoras de agua de empresas locales: Tostaditas Blancas (TB) y Cervecería Pacífico (CP). El metano generado se midió por eudiometría utilizando una solución de NaOH 1N. Los resultados arrojaron que la BRN posee 1.57±0.14 % de ácidos grasos, 13.82±1.22 % de proteínas y 78.09±0.96 % de carbohidratos. Por otra parte, la BRN presentó 85.11±0.42 % de sólidos totales, y 79.26±0.39 % sólidos volátiles. En cuanto a la producción de biogás (metano) se llegaron a obtener valores de 319.72 mL CH₄/gr SV con el uso del inóculo CP, mientras que con el inóculo TB fue de 50.523 mL CH₄/gr SV. Estos resultados muestran un buen potencial para utilizar este residuo como materia prima para obtención de biogás y su utilización es prometedora ya que no interfiere en la producción de alimentos, y genera una orientación hacia el desarrollo sustentable.

Palabras clave: Noni, Biogás, Biomasa Residual.

Desarrollo industrial de un biocombustible sólido a partir de residuos de la industria olivícola

G. M. Pulido¹, Y. S. Perdiguero¹, F. Peralta¹, M. Risso¹; M. Rearte¹; Julian Clusellas²

(1) *Lab. de Biocombustibles, Depto. Energías Renovables NOA - DT Ind. Emergentes - SORNOA - GOAR -INTI; Argentina; gmpulido@inti.gob.ar*

(2) *Valle de la Puerta SA (<https://www.valledelapuerta.com>), Argentina*

RESUMEN

Este trabajo llevado a cabo íntegramente en pandemia (2020-2021), surge a partir de la demanda de la empresa Valle de la Puerta SA, empresa del rubro olivícola y vitivinícola ubicada en la Provincia de La Rioja, para estudiar el potencial energético de los residuos de la Industria Olivícola. A partir de esto es que se analizaron 12 tipos de biomásas residuales en el Laboratorio de Biocombustibles del Dpto. de Energías Renovables del NOA de INTI. METODOLOGÍA: Caracterizar las 12 muestras de residuos biomásicos procedentes de la industria olivícola y evaluar su potencial energético; Realizar ensayos de conformado de pellets con las biomásas aptas; Analizar la calidad de los pellets obtenidos; Dimensionar una planta de pelletizado industrial, definir tecnologías y evaluar propuestas de los proveedores; Acompañar a la empresa en la puesta a punto de la Planta y en conseguir un pellet de calidad de acuerdo a Norma ISO 17225-2. Los resultados de los pellets, conforme a la Norma “ISO 17225-2 Pellets de Origen Leñosos” realizados en el Laboratorio de Biocombustibles de INTI con la biomasa aportada por el usuario sin un sistema de gestión de la calidad de la misma, entregó algunos parámetros que se podrían mejorar como ser el contenido de cenizas, el cual estuvo cerca del límite para la calidad industrial ($13.0 \leq 3.0$). Respecto a la durabilidad mecánica, no alcanza a los valores exigidos por la norma, pero es un parámetro que debe regularse una vez definido y establecido el equipamiento a utilizarse en planta. La densidad a granel, cumple con los requerimientos de calidad, incluso para las categorías más exigente como son los pellets para aplicaciones residenciales y comerciales, por lo cual el BCS tiene un buen perfil para una logística regional y de exportación. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES. El apoyo a la empresa Valle de la Puerta en su proyecto de instalación de una Planta de Pelletizado para agregar valor a los residuos generados en la industria del olivo, fue realizado de principio a fin por el Dpto de Energías Renovables del NOA. Es la primera planta de pellet de poda de olivo en el país y es claramente un trabajo de asistencia que viene a crear industria sustentable, desarrollar el mercado de los biocombustibles y fomentar el uso de las energías limpias.

Palabras Clave: Biomasa; Pellet; Poda Olivo; Biocombustible, Energías Renovables



Los potenciales bioenergéticos en Brasil

Laura Vieira Maia de Sousa¹, Electo Eduardo Silva Lora¹, Fernando Bruno Dovichi Filho¹, Fábio Cordeiro de Lisboa²,

¹Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Brasil, lauravmaia@gmail.com

²Universidade de Brasília – UnB/FGA, Brasil

RESUMEN

Brasil, dada su extensión territorial y posición destacada en la producción de commodities, tiene un gran potencial bioenergético por recuperar. El hecho es que el país es uno de los principales productores agrícolas del mundo, ocupando la cuarta posición en el ranking mundial de superficie cultivada agrícola y la tercera en cuanto a tamaño de hatos. Por tanto, el presente trabajo busca evaluar el potencial bioenergético de la biomasa residual agrícola y forestal, de las excretas de ganado vacuno, porcino y pollo, de los residuos sólidos urbanos (RSU) y aguas residuales, de la industria del papel y la celulosa y del carbón vegetal. Desde un enfoque centrado en los recursos, se calculó el potencial teórico y técnico de las biomásas identificadas. Además, se elaboraron mapas de potencial energético utilizando la herramienta de geoprocetamiento QGIS 3.24.2 Tisler. Los resultados indican que los mayores potenciales fueron de biomasa agrícola, con 8.245,62 PJ/año para teórica y 52,3 GW para técnica, alcantarillado con 1.925,97 PJ/año y 15,3 GW para técnica y excretas, con 1.433,31 PJ/año y 12,7 GW.

Palabras clave: Biomassa; Bioenergia; SIG.

Efecto de la relación c/n y la temperatura sobre el potencial de producción de biogás a partir de la codigestión de efluentes pecuarios y residuos de cosecha de maíz

Gabbanelli, Nadia¹; Erbetta, Elisa¹; Sanz Smachetti, Eugenia¹; Echarte, Mercedes¹

1Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CC 276, 7620 Balcarce, Argentina. E-mail: gabbanelli.nadia@inta.gob.ar

RESUMEN.

En un contexto de crisis climática, la digestión anaerobia (DA) constituye una estrategia de mitigación de emisiones de GEI ya que combina simultáneamente el tratamiento de residuos con la generación de energía limpia. La DA psicrófila ($<20^{\circ}\text{C}$) es una opción interesante ya que no requiere de sistemas de termostatación, ofreciendo menor complejidad tecnológica que la DA mesófila ($25\text{-}40^{\circ}\text{C}$). Sin embargo, es necesario aumentar la eficiencia del proceso para que sea económicamente factible. Esto podría ser logrado a través de la codigestión de residuos pecuarios con sustratos ricos en carbono. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la temperatura y la relación C/N en la codigestión de efluentes provenientes de un tambo y de un criadero de cerdos, y residuos de cosecha de maíz en términos de producción de biogás y su contenido de metano. Para ello, se realizaron ensayos de DA en batch combinando distintas: i) temperaturas (35 , 20 y 10°C) y ii) relaciones C/N (20 , 25 , 30). Las codigestiones se realizaron utilizando una mezcla de efluentes de tambo:cerdo ($25:5$, $C/N=15$) y proporciones de residuo de maíz variable con el fin de alcanzar las relaciones C/N deseadas. Se utilizó un inóculo mantenido a 20°C durante más de un año en una relación $2:1$ (en SV) con los sustratos. Se midió periódicamente la presión interna de cada botella y se estimó el volumen de biogás producido en CNTP. El porcentaje de metano se estimó mediante absorción en una solución de NaOH 1N . Se utilizó el modelo de primer orden para describir la cinética de producción de biogás y se analizaron los parámetros B_{max} (producción máxima de biogás) y k (tasa de degradación). Se calculó el coeficiente de temperatura Q_{10} para los valores de k a 10 y 35°C . A 35°C , B_{max} fue mayor en las relaciones $C/N=20$ y $C/N=25$ comparado con la relación $C/N=30$. En cambio, a 10°C B_{max} fue mayor en la relación $C/N=20$ que en las restantes relaciones. A 35°C y a 20°C , k fue significativamente mayor en la condición $C/N=20$ comparado con $C/N=25$ y $C/N=30$. A 10°C , k no presentó diferencias en las 3 relaciones C/N ensayadas. El aumento de la temperatura incrementó B_{max} y k dependiendo de la relación C/N . B_{max} aumentó con la temperatura a una tasa de $7\text{ ml g}_{\text{SV}}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ para $C/N=20$ y $C/N=30$, mientras que esta tasa para $C/N=25$ fue de $10.5\text{ ml g}_{\text{SV}}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. El valor de Q_{10} a $C/N=25$ fue de 1.65 y difirió del valor de Q_{10} hallado para $C/N=20$ y 30 (1.75). El porcentaje de metano no varió entre las 3 relaciones C/N , pero sí se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas. Si bien los cambios en la relación C/N estuvieron correlacionados con cambios en la concentración de lignocelulosa en el sustrato, resultados previos sugieren que los estos efectos no responden a aumentos en la concentración de lignina. Existe una interacción



entre la temperatura y la composición de los sustratos que debe ser tomada en cuenta al momento de operar un biodigestor.

Palabras clave: digestión anaerobia, temperatura, codigestión.

Potencial energético de biomasa residual de establecimientos madereros de primera transformación (Jujuy, Argentina)

Subelza, C. R¹, Mosconi, L. A¹. & Manrique, S. M^{1,2}

1 Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), CONICET-UNSa, Salta, Argentina, Avenida Bolivia 5150, A4408FVY.

2 Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias, Campus Externo, Universidad de Alcalá, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33600, Madrid, España.

RESUMEN. La valorización de biomasa residual derivada del bosque resulta fundamental de cara a la promoción de una bioeconomía circular forestal y la sustentabilidad definida en la Agenda 2030. Además, es necesario potenciar el uso de fuentes de energía locales y renovables, disminuyendo la dependencia de fuentes fósiles y el impacto climático de su empleo. En el norte de Argentina, existe una importante actividad forestal y la biomasa residual actualmente no es valorizada. El estudio se enfocó en la localidad de Caimancito (Jujuy), en la cual se promueve la transición hacia una economía neutra en carbono para el 2050. Existen allí un total de 120 carpinterías, 17 aserraderos y numerosas fincas forestales de bosque nativo. Se reportan avances de un proyecto de manejo forestal integral de múltiples actores, cuya primera etapa busca caracterizar y comparar las cualidades combustibles de diferentes residuos forestales industriales. Mediante coeficientes estimados se calculó asimismo el potencial bioenergético en establecimientos de primera transformación (producción de 154 m³ mensual). Se realizaron muestreos aleatorios por conglomerados considerando las siguientes categorías más comunes de biomasa residual: i) aserrín fino (con un diámetro promedio de 0,47 mm), ii) aserrín grueso (promedio 0,60 mm diámetro); iii) virutas; iv) recortes sólidos (media de 1,4 cm diámetro). Se realizó el análisis inmediato siguiendo las normas UNE-EN ISO 18134-2, 18122, 18123, 18125 respectivamente. Se estimó un contenido de humedad total entre 9,32% (virutas) y 24,73% (aserrín grueso); el rango de cenizas varió desde 2,22% (viruta) a 3,25% (aserrín fino) y el contenido medio de volátiles fue entre 75,40% (aserrín fino) y 78,81% (recortes sólidos). Por otra parte, el poder calorífico superior en base seca para estos residuos osciló desde 13,93 MJ/kg (aserrín grueso) y 17,38 MJ/kg (residuos sólidos). El índice de valor combustible (FVI) para el material seco (en base a poder calorífico inferior y un valor medio de densidad básica de 0,621 g/cm³) mostró que la viruta es el material de mejores cualidades combustibles (4397), seguido por los recortes sólidos (3305), aserrín fino (2435) y aserrín grueso (1167). Para un 49% de eficiencia de aprovechamiento de la materia prima y para la escala definida, se estima un potencial bioenergético de más de 1.2 millones MJ/mes por cada establecimiento maderero, implicando una generación de energía de 342,07 MWh/mes. La valorización energética de la biomasa residual existente en sustitución de energía de origen fósil actualmente utilizada, permitiría reducir las emisiones de 166,25 tCO₂ al mes desde cada instalación, con notorios beneficios ambientales y socio-económicos. Se identifica un gran potencial energético desaprovechado considerando la cantidad de establecimientos madereros en la loca-



lidad. Mayor investigación es necesaria para precisar la eficiencia de aprovechamiento según escala de establecimiento, su gestión y acceso a tecnología. Estos resultados constituyen un insumo importante para la planificación del manejo forestal integral en la región.

Palabras clave: biomasa residual forestal, índice de valor combustible, potencial energético

Se agradece de manera especial a la Municipalidad de Caimancito (Jujuy, Argentina), que presta el apoyo logístico para el desarrollo de los estudios actuales en el marco del Convenio de Colaboración Mutua N° PR5142/2021. Se agradece a los productores locales, propietarios de aserraderos y carpinterías por facilitar el acceso para la colecta de datos y muestras.

Escenarios de revalorización energética de residuos agrícolas

Rocío E. Guido, Oscar A. Oviedo

INFIQC-CONICET, Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. X5000HUA. o.a.oviedo@unc.edu.ar

RESUMEN

Los residuos agrícolas de cosecha son una fuente de energía con alta dispersión y geográficamente dependientes, que pueden utilizarse para la producción de energía. Entre los principales obstáculos para su revalorización se encuentra la disponibilidad, almacenamiento y transporte de los recursos hacia los centros de transformación. La localización óptima del centro de transformación (biofacility) es clave desde la perspectiva económica, dado que debe minimizar los costos de transporte y propender a una completa evacuación de la energía. Por otro lado, la gestión para disponer los residuos debe respetar criterios socio-ambientales. Entre estos últimos se encuentran, la cobertura natural del suelo, la reserva para alimento, entre otros. Claramente un problema de optimización de funciones del tipo multivariable. El objetivo de este trabajo es presentar nuestros recientes avances en el desarrollo de una metodología que permite elaborar y analizar escenarios para la revalorización energética de Residuos Agrícolas de Cosecha, estimando la disponibilidad, volumen, transporte, y optimizando la ubicación de los centros de transformación. La metodología combina geodata digitalizada en un sistema de información geográfica, datos estadísticos de áreas sembradas, cosechadas y de producción, mapas de exclusión, algoritmos de categorización y optimización. La potencialidad es demostrada elaborando escenarios para la provincia de Córdoba-Argentina, analizando la ubicación de los principales Centros de Transformación para residuos agrícolas. Entre los principales resultados obtenidos se encuentran la elaboración de mapas de la potencialidad de los rastrojos que pueden ser revalorizados sin afectar la sostenibilidad del suelo, y aquellos que pueden ser transportados (económicamente viables) a los Centros de Transformación. El algoritmo de optimización permitió jerarquizar los principales centros de transformación para rastrojos, dimensionando la masa acumulada, la distancia recorrida para su transporte, y otras variables técnicas-económicas. El esquema planteado puede ser extensible a otras regiones y tipos de biomasa, si se dispone del data-set con la distribución espacial y temporal del mismo.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, Revalorización Energética, Biorrefinería



Estudio y caracterización de residuos de biomasa en la región del Alto Valle del Río Negro

Antonio Susca y Martín Rearte

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Argentina

RESUMEN

La gran variedad de biomásas existentes en la provincia de Río Negro, Argentina, unida al desarrollo de distintas tecnologías de transformación en energía (combustión directa, pirólisis, gasificación, fermentación, digestión anaeróbica, etc.), permiten plantear una gran cantidad de posibles aplicaciones cuyos objetivos son generación de energía térmica, energía eléctrica, biocombustibles y/o gases combustibles. Es claro que, la evaluación de la viabilidad técnica y económica de un proceso de conversión de la biomasa en energía, requiere considerar ciertos parámetros y condiciones, como por ejemplo disposición geográfica, cantidades, frecuencia de generación, densidad aparente, poder calorífico, etc. Este estudio, inicia un proceso cuyo objetivo es; determinar el potencial energético de los residuos de biomásas en la provincia de Río Negro, Argentina. Cuantificar este tipo de recursos es relevante para la provincia ya que permite a su vez analizar nuevas fuentes de energías renovables. El área de estudio inicial comprende la región del Alto Valle de Río Negro, desde la ciudad de Contralmirante Cordero hasta la localidad de Chichinales, es un amplio corredor de 120 km de longitud entre las ciudades extremos. De acuerdo al tipo de muestras obtenidas, se pensó en un primer conjunto de parámetros a analizar. A saber; contenido de cenizas, porcentaje de carbono fijo, porcentaje de sólidos volátiles, densidad aparente, poder calorífico neto, poder calorífico neto como se recibió, contenido de cloro, contenido de azufre y contenido de humedad. Más allá de los análisis de aprovechamiento energético realizados en base a los parámetros físico-químicos, también se analizaron aspectos cualitativos en el proceso de generación actual. Por ejemplo, condiciones de almacenamiento y métodos de control de cantidades, fueron particularmente observados y expuestos en el desarrollo del trabajo. Es así que, de las visitas, se pudo constatar que los residuos son almacenados a la intemperie y en condiciones que dificultan su posterior utilización. Además, los datos de cantidades, si bien tienen validez para los fines de este proyecto, son estimados. Los establecimientos no poseen un método de control estricto sobre estas magnitudes que permitan mayores precisiones. Por consiguiente, para la evaluación técnico-económica de un proyecto en particular (por ejemplo una planta para pelletizado), se requerirá mayores precisiones en este ítem, que excede los fines de esta etapa inicial de estudio. No obstante, el residuo del sector maderero es uno de los más importantes en el Alto Valle, al menos hasta el momento. En lo que refiere a cantidad para la generación de biocombustibles sólidos. La provincia de Río Negro consume un total de 41550 toneladas de leña por año para diversos objetivos. Estos objetivos son; la calefacción doméstica, panaderías, parrillas y ladrilleras. Los datos relevados indican que, el sector maderero en el Alto Valle produce, al menos, 18750 toneladas anuales de residuos, teniendo en cuenta una humedad prome-

dio del %50 en la generación de los residuos. Esto significa el %45, aproximadamente, del consumo provincial. Esta comparación, con fines demostrativos, pone en relieve el potencial de su aprovechamiento.

Palabras claves: diagnóstico, parámetros físico químicos, potencial energético.



Desarrollo de un pellet “blend” de Prosopis Caldenia para usos energéticos según ISO 17225-2

F. Peralta¹, F. Alanis¹, K. Danielsen¹, Alejandra Schütz², E. Garro³, S. Gorondi³, M. Rearte¹

(1) Lab. de Biocombustibles, Depto. Energías Renovables NOA - DT Ind. Emergentes - SORNOA - GOAR -INTI ;
fperalta@inti.gob.ar

(2) Depto. Producción Sustentable Pampeana – DT Regional Buenos Aires - SOR Pampeana - GOAR - INTI

(3) Aserradero El Cacique (<https://aserraderoelcacique.wixsite.com/aserraderoelcacique>)

RESUMEN. La explotación de los bosques de Caldén con fines de energéticos tiene un bajo grado de aprovechamiento respecto a sus planes de manejo (Tello, Prada, & Cristeche, 2018), representa un sector industrial de la región pampeana que puede ser optimizado e incluso formar parte del mapa bioenergético de la región sumando a la producción de pellet. Los bosques o plantaciones de Caldén (Prosopis caldenia) se distribuyen desde el centro y sur de la provincia de San Luis, sudoeste de Córdoba, centro de La Pampa y sur de Buenos Aires (Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos “BN”, 2005). El distrito del Caldén cubre una superficie de 169.333 km² y se extiende 782 km. Este trabajo se centra en el caso de la empresa Aserradero el Cacique, quienes hace años trabajan en la industrialización de esta madera para la producción de adoquines, mates y pellets energéticos, pero necesitaba mejorar la calidad de estos últimos para impulsar su uso en la región. A través del asesoramiento local de INTI se propuso técnicas para mejorar la calidad del pellet producido con el objetivo de lograr un biocombustible (BCS) a partir de Caldén dentro de los estándares que propone la Norma ISO 17225-2 que logre mayor estabilidad en los equipos de calefacción doméstica disponibles en el mercado. El “blend” proyectado redujo significativamente el estrés mecánico en la pelletizadora mostrando. Se realizaron 4 pruebas con el “blend” sugerido, logrando tiempos de operación mayores a 6 horas superando los tiempos alcanzados con el pellet solo de Caldén, mostrando una mejora en la estabilidad en las temperaturas de servicio del equipo. El número de intervenciones para lograr corridas de larga duración es menor trabajando con el “blend” pero aún se puede mejorar para evitar problemas en ensayos de mayor tiempo. La matriz de cenizas del pellet, aún muestra acumulación en el quemador sin romperse sin sinterizar. Debido al bloqueo del paso de aire por este fenómeno, con el tiempo la combustión pierde eficiencia haciendo que los humos ensucien el vidrio interior. Las pruebas llevadas a cabo se realizaron en un equipo “no parametrizado” y en carácter de ensayos preliminares, pero una vez estandarizada la mezcla o “blend” para el Caldén se podrán proyectar ensayos en el Banco de Pruebas de Estufas INTI. De las determinaciones se denota que aún se puede trabajar en las variables de mezcla y de proceso que hacen a la calidad global, particularmente tratando de diluir el porcentaje de cenizas y alcanzar una mayor durabilidad.

Palabras clave: Energía de la biomasa, pellet, combustión, cenizas, biocombustibles sólidos.

Efecto de la disponibilidad de agua sobre la producción de biogás de híbridos de sorgo de madurez contrastante

Erbetta, E^{1,2}., Mathier, D³., Bragachini, M³., Gabbanelli, N^{1,4}., Echarte, L¹., Echarte, M.M¹

1Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)– CONICET, CC 276, 7620 Balcarce, Argentina; erbetta.elisa@inta.gob.ar

2Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina

3Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, INTA, Ruta 9, km 636, Manfredi, Córdoba.

4Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina

RESUMEN. En un contexto de cambio climático, donde se prevé un aumento de la temperatura y mayor frecuencia de eventos de sequía, la bioenergía enfrenta un doble desafío: mitigar el cambio climático mediante la sustitución de combustibles fósiles y utilizar biomasa generada con el menor uso de recursos hídricos posible. El objetivo es evaluar el efecto de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento de biomasa y su conversión en biogás de distintos genotipos de sorgo contrastantes en el largo de ciclo. Con este fin se realizaron ensayos a campo durante la campaña 2020/2021 que incluyeron la combinación de (i) híbridos de sorgo doble propósito (VDH422 y TOB78DP) y fotosensitivos (NUCOVER300 y ADV2010), (ii) dos regímenes hídricos (RH; riego y secano) y (iii) dos localidades (Balcarce- Bs.As. y Manfredi-Córdoba). Se determinó el rendimiento de biomasa, el peso de las fracciones anatómicas (tallo, hoja, panoja) y la altura. Se determinó el potencial de producción de biogás mediante el protocolo VDI 4630 y el contenido de metano del biogás fue estimado mediante adsorción en NaOH 1N. La producción de biogás fue modelada de acuerdo al modelo de Gompertz modificado, y se obtuvieron los parámetros cinéticos: potencial de producción de biogás (P_{bio}), tasa máxima de producción de biogás (T_{max}) y tiempo a hasta alcanzar T_{max} (T). El rendimiento potencial de metano (R_{metano}) por unidad de superficie fue calculado como el producto entre los sólidos volátiles por hectárea, P_{bio} y el contenido de metano del biogás. Los híbridos cultivados en Manfredi presentaron mayor rendimiento de biomasa y altura que los cultivados en Balcarce. Híbridos fotosensitivos presentaron mayor rendimiento de biomasa y altura que híbridos doble propósito. El RH afectó el rendimiento de biomasa total y de tallos y la altura únicamente en el híbrido ADV2010 en la localidad de Balcarce. Al contrario de lo esperado, el RH no afectó significativamente el rendimiento de panojas de híbridos doble propósito en ninguna localidad. El híbrido TOB78DP se destacó por presentar mayor P_{bio} en ambas localidades. Híbridos fotosensitivos presentaron menor T_{max} y mayor T que híbridos doble propósito, independientemente de la localidad. El RH no afectó P_{bio} de ningún híbrido, pero si T_{max} y T : en Balcarce el tratamiento de secano incrementó T_{max} y disminuyó T en el híbrido VDH422, mientras que en Manfredi aumentó T en ADV2010. El contenido de metano del biogás no fue afectado por ninguno de los factores analizados, siendo en promedio de 53,6%. En Balcarce el RH afectó únicamente el R_{metano} del híbrido ADV2010, alcanzando valores máximos cuando fue cultivado bajo riego. En Manfredi el R_{metano} fue similar entre híbridos y no fue afecta-



do por RH. Híbridos fotosensitivos presentaron en general mayor R_{metano} , dado por un mayor rendimiento de biomasa, pero menor estabilidad ante condiciones de disponibilidad de agua limitantes.

Palabras clave: Régimen hídrico, Biomasa, Digestión anaerobia.

Evolución de la Cantidad de Residuo Productivo para la Generación de Electricidad en la UEB Mueble Imperio Guantánamo.

José Rolando Dupuy Parra¹, C. René Lesme Jaén², Giorvys Guerra Maldonado¹, Mercedes Castillo Rodríguez¹, Keilan Cuesta Fuente¹, Alejandro Soto Agüero³

*1*Centro de Aplicaciones Tecnológica para el Desarrollo Sostenible (Área de Servicio Científico Técnico), Guantánamo, Cuba, jdupuyparra@gmail.com

2. Universidad de Oriente (Centro de Estudios Energéticos y Refrigeración "L.F. Brossard"), Santiago de Cuba, Cuba.

3. UEB Muebles Imperio Guantánamo (Departamento de Desarrollo) Guantánamo, Cuba.

RESUMEN

Las UEB Muebles Imperio de Guantánamo, tiene entre sus centros productivos el taller 103 donde se generan anualmente como promedio 1909889 kg de residuos forestales en los cinco años, las maderas más utilizadas son el haya, teca y el pino. A estas biomásas forestales no se ha determinado la cantidad de electricidad que se genera utilizando un sistema de gasificador downdraft. Los objetivos fue realizar una evaluación de la cantidad de residuos forestales y la electricidad que se puede generar por este concepto. Los métodos utilizados fue las observaciones directas del proceso productivo en la fabricación de muebles en una de sus sedes, el taller 103, tiene una data histórica de consumo de 31412 m³ de diferentes tipos de madera secundaria. Y a partir del poder calorífico inferior de las diferentes materias primas, la ponderación de las mismas y la pérdida del 80% por el proceso de gasificación de la madera se pueden llegar a generar electricidad. Se concluye que los principales resultados obtenidos es que se generó un total de 9549445 kg anuales de residuos forestales. Con lo cual se puede llegar a general un total de 7,5MWh en el periodo estudiado. Al graficar estos dos resultados, el umbral fue de 0,85 es decir que los valores están bien ajustados.

Palabras Clave: electricidad; gasificación; residuos.



Co-pirólisis de Biomasa y Polietileno de Baja Densidad para la Obtención de Combustibles Alternos y/o Químicos

Oscar Piña¹, Jorge Aburto²

1 Doctorante, Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, C.P. 07730, Ciudad de México, México. oscar_bio@yahoo.com.mx

2 Gerencia de Transformación de Masa, Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, C.P. 07730, Ciudad de México, México;

RESUMEN

La transición energética y las acciones climáticas, así como la demanda actual de los combustibles fósiles, se enfocan en satisfacer diversos mercados energéticos y de productos químicos, a partir de procesos sustentables. Este trabajo aborda la descomposición térmica de la Biomasa, en particular de los polímeros celulosa, xilano y lignina, y Polietileno de Baja Densidad (LDPE). Los procesos termoquímicos tienen como fin común la generación de combustibles, calor y energía; entre los cuales se encuentran la gasificación, pirólisis, combustión y licuefacción térmica. La pirólisis es la descomposición térmica de la materia que ocurre en ausencia de oxígeno, y se destacan la pirólisis lenta y la rápida. En la pirólisis lenta está sucediendo a menor temperatura y mayor tiempo de residencia, y en la pirólisis rápida ocurre a mayor temperatura y menores tiempos de residencia. Dando como resultado en la primera un rendimiento de bio-aceite del 30-40 y en el segundo 50-60 %, respectivamente; así como la producción de gas, carbón y cenizas. El objetivo general hace referencia al análisis de los estudios térmicos de la biomasa y LDPE que nos permitirá comprender los procesos fisicoquímicos involucrados y discernir si se trata de un proceso co-pirólítico, y su impacto en la formación de volátiles, bio-aceite y cenizas. La co-pirólisis del LDPE y biomasa se realizó por Termogravimetría (TGA) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) en un analizador TGA-DSC, Netzsch modelo STA 409 PC Luxx® en atmósfera de nitrógeno a diferentes velocidades de calentamiento (5, 10, 20 y 30°C/min), en una relación 1:1. El analizador está acoplado a un detector del Espectro Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR). Los resultados del análisis elemental de biomasa y polietileno muestran el contenido de oxígeno para celulosa (C), xilano (X) y lignina (L) de 49.3, 53.23 y 51.32 %, respectivamente. En el caso de los análisis TGA-DSC, se observa que la velocidad de reacción de las mezclas Biomasa-LDPE, si se modifican en todos los casos, comparado contra las muestras puras, lo que sugiere un proceso de co-pirólisis, independiente del programa de calentamiento. Para corroborar esta hipótesis co-pirólítica, es necesario calcular las energías de activación por modelos de cinética libre, los cuales son el método diferencial de Friedman y el método integral de Kissinger-Akahira-Sunose (KAS). Los espectros FTIR, muestran una mayor abundancia de grupos metilo y metilenos a una temperatura de 527°C, 529°C y 531°C para las mezclas de C+LDPE, L+LDPE y X+LDPE; a una velocidad de calentamiento de 10°C/min respectivamente.

Palabras clave: Biomasa, Pirólisis, Polietileno.

Optimización y evaluación de variables en la producción de biogás escala de laboratorio. Desarrollo de un caudalímetro hidráulico.

Alarcón Mariana¹, Cazzaniga Diego¹, Manuel Schmelzle²

1, Instituto Nacional de Tecnología Industrial – Argentina

2, Universidad Nacional de Rafaela – Argentina

RESUMEN. La Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) presenta una composición apta para la obtención de biogás y digestato, mediante procesos anaeróbicos controlados. Para ello, se pusieron en marcha herramientas de medición y análisis para ensayar esta alternativa de aprovechamiento. El biogás producido se encuentra compuesto principalmente por dióxido de carbono y metano, y en menor medida otros gases. El producto orgánico del proceso, digestato, se puede utilizar con fines agronómicos. Se generó Sustrato Artificial Representativo (SAR) con características de composición fisicoquímica similar a la FORSU, para tratar de asegurar constancia en las condiciones para todos los experimentos. Se realizaron 3 pruebas duplicadas. La duración de cada experiencia fue de 20 a 30 días. Se utilizaron biodigestores elaborados en el laboratorio y se incubaron a una temperatura de 37 °C. Como inóculo se utilizó estiércol vacuno y digestato de un biodigestor a escala real en una proporción 50:50, con una cantidad total de 50% (m/m) de SAR inicial en las dos primeras experiencias y 30 % (m/m) en la última. En las primeras dos experiencias, el gas se midió de manera discontinua con un sistema de desplazamiento de agua casero utilizando vasos comunicantes. Para evitar problema de acumulación de biogás por la medición discontinua y el posible efecto inhibitorio se desarrolló un caudalímetro automático, logrando conectarlo en la tercera experiencia para medir continuamente el flujo de gas producido. Se midió humedad, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), pH y relación Carbono/Nitrógeno en cada SAR, al inicio de las experiencias, para corroborar que sean similares entre sí, llegando al resultado esperado. Para evaluar el efecto de la reacción de fermentación anaeróbica se analizó también cada digestato, de esta manera se observó el nivel de degradación del sustrato en cada una de las experiencias que, según los ST y SV, fue mayor al 50%. El pH manifestó una disminución indicando acidificación de los digestores y la consecuente finalización del proceso. La materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total se mantuvieron relativamente constantes a lo largo de cada una de las experiencias. La variación de inóculo marca leves diferencias de valores de entrada principalmente referidas a SV, humedad y pH. Se comprobó la presencia de metano en los gases producidos, mediante el uso de un medidor de gases específico para eso. Para el tratamiento, purificación y medición de cantidad del gas se desarrolló un instrumento que permite medir caudales bajos de biogás en los biodigestores a nivel laboratorio. El principio seleccionado se basa en la medición volumétrica del líquido desplazado. Los resultados del caudalímetro demostraron buena reproducibilidad y estabilidad, funcionando durante 30 días en la tercera experiencia. Se identificaron aspectos potenciales de optimización, tanto en



el tamaño como la integración del equipo, y mejoras constructivas con el fin de lograr una mayor precisión y robustez durante el proceso de medición.

Palabras Clave: biogás; biodigestión; residuos orgánicos.

Palabras finales



Palabras finales

Hemos llegado al final de unas intensas y altamente productivas jornadas de trabajo. Ha sido un privilegio, una alegría y una muy grata experiencia poder realizar este triple evento dentro de la reunión anual de la Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural.

En estos días compartimos jornadas de camaradería y trabajo mancomunado, que nos han permitido aprender, interactuar, conectar, interrogarnos, despertar nuevas ideas y sinergias, entusiasrnos y motivarnos, con el abanico de propuestas y desarrollos que brotan incontenibles desde nuestra región. Todo lo cual, respaldado por políticas y marcos institucionales adecuados, genera un panorama esperanzador.

Revisando el amplio panorama brindado a través de las conferencias magistrales, ponencias orales, mesas plenarias y pósters, se puede destacar que claramente la biomasa y bioenergía aparecen intrínsecamente vinculadas a los grandes desafíos mundiales contra el cambio climático, el agotamiento de los combustibles fósiles, la agenda 2030 de Naciones Unidas y las necesidades de ajustar un nuevo modelo de producción y consumo mundial que se enmarque en los límites planetarios naturales.

Muchas gracias a todos los socios, participantes, ponentes, conferencistas, asistentes, interesados, por hacer de EIBB-2022 un encuentro único, cuyas huellas quedarán por siempre.

Los Organizadores

Comité Organizador y Científico del evento:

Dra Silvina M. Manrique
CONICET y Universidad Nacional de Salta, Argentina
Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.

Dra Claudia Gutiérrez,
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Dr Quelbis Quintero Bertel,
Universidad de Sucre, Colombia

Dr Dagoberto Arias,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Contacto: redrebibir@gmail.com



© Manrique S.M., Gutiérrez Antonio C., Quintero Bertel Q. y Arias Aguilar D. Editores.
Vol I. 80 pág. ENCUENTRO IBEROAMERICANO EN BIOMASA Y BIOENERGÍA
(EIBB- 2022). Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural
(ReBiBiR-T).

ISBN: 978-84-15413-52-3
Fecha registro: 20/03/2023

Editorial: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Madrid, España.

Los textos de este libro son copyleft. Los editores y autores autorizan la copia, distribución y citado de los mismos en cualquier medio y formato, siempre y cuando sea sin fines de lucro, el autor sea reconocido como tal, se cite la presente edición como fuente original, y se informe al autor. La reproducción de los textos con fines comerciales queda expresamente prohibida sin el permiso expreso del editor. Toda obra o edición que utilice estos textos, con o sin fines de lucro, deberá conceder estos derechos expresamente mediante la inclusión de la presente cláusula copyleft.