

**ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS QUE PERMITAN DAR VALOR AGREGADO
A LOS SUBPRODUCTOS TORTA DE PALMISTE Y FIBRA DE LA FRUTA DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA**

ANGELA MARIA GARCIA SILVA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2018

**ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS QUE PERMITAN DAR VALOR AGREGADO
A LOS SUBPRODUCTOS TORTA DE PALMISTE Y FIBRA DE LA FRUTA DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA**

ANGELA MARIA GARCIA SILVA

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniera Química**

Director

FERNANDO VIEJO ABRANTE

Dr. Ciencia y Tecnología de Materiales

Co-director

MANUEL G. PABÓN MACHUCA

Ingeniero de Producción Agrícola

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
BUCARAMANGA**

2018

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	19
2. METODOLOGÍA	20
2.1 COMPRENSIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL TEMA Y OBJETO DE LA VIGILANCIA	21
2.2 IDENTIFICACIÓN DE BASES DE DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO	21
2.3 BÚSQUEDA, RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN	23
2.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	23
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMA	25
3.2 BUSQUEDA PRELIMINAR.....	15
3.2.1 Fibra de fruta.	15
3.2.2 Torta de palmiste.....	16
3.3 ESTUDIO DE VIGILANCIA SOBRE LA FIBRA DE LA FRUTA	17
3.3.1 Palabras claves y/o ecuaciones de búsqueda.....	17
3.3.2 Entorno: artículos académicos.....	17
3.3.3. Entorno: patentes.	21
3.4 ESTUDIO DE VIGILANCIA SOBRE TORTA DE PALMISTE.....	25
3.4.1 Palabras claves y/o ecuaciones de búsqueda.....	25
3.4.2 Entorno: artículos académicos.....	26
3.4.3 Entorno: patentes	28

3.5 TECNOLOGIAS APLICABLES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA	32
3.5.1 Análisis tecnológico para la fibra de fruta	40
3.5.2 Tecnologías seleccionadas torta	46
4. CONCLUSIONES	51
5. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ranking de la producción de aceite de palma a nivel internacional (miles de toneladas). a) Producción de Malasia e Indonesia b) Producción de Tailandia, Colombia y Nigeria.	16
Figura 2. Diagrama de las fases metodológicas del estudio VT.	20
Figura 3. Clasificación del sistema jerárquico de patentes (CIP). Ejemplo: categoría A01B 33/00.....	24
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de aceite palma.....	14
Figura 5. Resultados de la búsqueda de los artículos sobre la fibra de fruta durante el periodo de 2007 - 2017. a) Distribución geográfica de los trabajos científicos. b) Tendencia de publicaciones. c) Principales instituciones asociados con sus publicaciones. d) Investigadores asociados con el número de sus publicaciones.	19
Figura 6. Resultados de la búsqueda de las patentes sobre la fibra de fruta durante el periodo 2007-2017. a) Tendencia de las patentes. b) Países aplicantes de las patentes. c) Empresas líderes tecnológicamente. d) Investigadores de las patentes.	24
Figura 7. Resultados de la búsqueda de los artículos sobre la torta de palmiste durante el periodo de 2007 - 2017. a) Distribución geográfica de los trabajos científicos. b) Tendencia de publicaciones. c) Principales instituciones asociadas con sus publicaciones. d) Investigadores asociados con el número de sus publicaciones.....	27

Figura 8. Resultados de la búsqueda de las patentes sobre la torta de palmiste durante el periodo 2007-2017. **a)** Tendencia de las patentes. **b)** Países aplicantes de las patentes. **c)** Empresas líderes tecnológicamente. **d)** Investigadores de las patentes..... 31

Figura 9. Clasificación de la biomasa desde los mercados. 32

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de las fuentes de información.....	22
Tabla 2. Parámetros de búsqueda de la fibra de la fruta: a) Palabras claves, b) Ecuación de búsqueda.....	17
Tabla 3. Resultados de la búsqueda de artículos sobre la fibra de fruta en Scopus.	18
Tabla 4. Resultados de la búsqueda.....	22
Tabla 5. Parámetros de búsqueda de la torta de palmiste. a) Palabras Claves, b) Ecuación de búsqueda.....	26
Tabla 6. Resultados de la búsqueda de artículos sobre la torta de palmiste en Scopus.	26
Tabla 7. Resultados de la búsqueda.....	29
Tabla 8. Ventajas y desventajas de las tecnologías emergentes para el aprovechamiento de la biomasa de la palma Africana.	34
Tabla 9. Descripción del nivel de disponibilidad de tecnología (TRL)	39
Tabla 10. Matriz de alternativas tecnológicas para la fibra de fruta.	42
Tabla 11. Matriz de alternativas tecnológicas para la torta de palmiste.	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Listado de países que lideran el ranking de producción de aceite de palma para el 2017.....	108
ANEXO B. Historial de producción de aceite de palma en Colombia	109
ANEXO C. Resultados de la búsqueda de patentes en la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).	110
ANEXO D. Caracterización de la composición de la fibra de fruta y de la torta de palmiste.....	113
ANEXO E. Listado de artículos que dan soporte de las aplicaciones y/o procesos para el aprovechamiento de la fibra de la fruta.	114
ANEXO F. Listado de artículos que dan soporte de las aplicaciones y/o procesos para el aprovechamiento de la torta de palmiste.....	119
ANEXO G. Descripción de las áreas de investigación de la fibra de fruta	121
ANEXO H. Descripción de las empresas solicitantes de patentes sobre fibra de fruta	124
ANEXO I. Áreas de las patentes relacionadas con los códigos de la clasificación ICP para las aplicaciones de fibra de fruta.....	126
ANEXO J. Descripción de las principales patentes de las aplicaciones para la fibra de fruta.	129
ANEXO K. Descripción de las áreas de investigación de la torta de palmiste. ...	132
ANEXO L. Descripción de las empresas solicitantes de patentes sobre torta de palmiste	134
ANEXO M. Áreas de las patentes relacionadas con los códigos de la clasificación CIP para las aplicaciones de la torta de palmiste.....	135

ANEXO N. Descripción de las principales patentes de las aplicaciones para la fibra de fruta. 137

ABREVIATURAS

AU: Australia

CIP: Clasificación internacional de patentes

CN: China

DK: Alemania

ID: Indonesia

JP: Japón

KR: Korea del Sur

MY: Malasia

TRL: Nivel de madurez tecnológica

US: Estados Unidos

VT: Vigilancia tecnológica

GLOSARIO

Aglomerados: Productos constituidos por fragmentos o polvos de una o varias biomásas, prensadas y endurecidas en condiciones de presión y temperatura controladas con diferentes tipos de adhesivos, que se emplea en la construcción y mobiliario.

Aflatoxinas: Son sustancias hepatotóxicas y cancerígenas que, además del daño producido en el animal, se traspasan a la leche (aproximadamente un 10% del total ingerido).

Aplicante/solicitante: Un Solicitante es la persona u organización (ejemplo: compañía, universidad, etc.) que presenta una solicitud de patente. Puede haber más de un solicitante por solicitud. El solicitante también puede ser el inventor, aunque no necesariamente.

Biocarbón o carbón vegetal: El biocarbón es un material sólido rico en carbón, de grano fino y poroso similar al carbón. Es producido por la descomposición térmica de biomasa en condiciones y temperaturas por debajo de 1.000 ° C y en ausencia limitada de oxígeno (pirólisis).

Clasificación Internacional de Patentes (CIP o ICP): “clasificación establecida por el Acuerdo de Estrasburgo de 1971, establece un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma para la clasificación de patentes y modelos de utilidad de acuerdo con las diferentes áreas de tecnología a las que pertenecen” (WIPO, 2018).

Combustión: Proceso de oxidación de material combustible (biomasa) en presencia de oxígeno, que causa la liberación intensa de calor, que a su vez es aprovechado.

Compostaje: Es una técnica que permite biodegradar y estabilizar material orgánico por medio de un agente de descomposición (microorganismos o detritívoros), a condiciones aerobias (mesófilas o termófilas) según sea el caso.

Densificación (materiales de construcción): Adición parcial de biomasa lignocelulósica residual, generalmente en forma de fibras, a la argamasa de cemento con arenas sílicas, se mezcla con agua en relación peso a peso de agua/cemento 0,75. Previamente, hay una dilución de la biomasa en agua.

Familia de patentes: “Una misma invención es objeto de varias solicitudes de patente en diferentes países por el mismo solicitante, al amparo del *derecho de prioridad* establecido internacionalmente ya en el siglo XIX por el Convenio de la Unión de París. De este modo, el solicitante dispone de 12 meses desde la primera solicitud, para solicitar protección en otros países beneficiándose de la fecha de prioridad de dicha primera solicitud” (ESPACENET, 2017).

Fermentación: Es un camino biológico natural que, dependiendo de las condiciones y materias primas, requiere la presencia de microorganismos para fermentar azúcares, generalmente hexosas y pentosas en alcohol.

Hidrolisis enzimática: Es una reacción heterogénea de múltiples etapas en la cual la celulosa insoluble se descompone inicialmente en la interfaz sólido-líquido a través de la acción sinérgica de endoglucanasas y exoglucanasas / celobiohidrolasas.

Manano: Polisacárido vegetal de la manosa, siendo este fuente de Mannos oligosacáridos utilizados como prebióticos en la cría de animales y en suplementos nutricionales

Material hidrofóbico: Sustancia que no es miscible en agua.

Monogástrico: Los monogástricos son todos aquellos animales que tienen un estómago simple (equinos, caninos, suinos, felinos, monos y aves). La absorción intestinal del glicerol corresponde del 70% al 97%.

Nivel de madurez tecnológica (NMT o TRL): Es una escala de medición usada para evaluar o medir el nivel de madurez de una tecnología en particular.

Patente: Una Patente es un contrato entre la Sociedad y el Inventor individual. Según los términos de ese contrato, se le otorga al Inventor el derecho exclusivo de

impedir que otros fabriquen, utilicen o vendan el invento patentado durante un periodo de tiempo fijo, a cambio de que éste presente al público los detalles del invento.

Pelet: denominación genérica, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido de diferentes materiales.

Peletización: Es un proceso de densificación de biomasa que incrementa tanto la densidad energética como la densidad a granel, minimiza el contenido de humedad, donde las variables principales de operación son la presión y temperatura.

Piensos: Productos agroindustriales que son procesados y luego son empleados como suplemento nutricional para animales con una formulación específica.

Pirólisis: La pirólisis es un proceso de descomposición termoquímico que convierte compuestos de alto peso molecular en otros más pequeños y simples, involucrando cambios de composición química y de fase; utiliza temperaturas elevadas entre 400 y 800°C.

Poligástrico: Los poligástricos también conocidos como rumiantes (vacas, ovejas, cabras, búfalos) son animales que digieren los alimentos en dos etapas, primero la consumen y luego realizan la rumia.

Polimerización: Una vez aislados la celulosa, hemicelulosa y lignina pueden convertirse o ser incorporados en cadenas poliméricas asociadas a distintos materiales o químicos de valor mediante reacciones mediadas con nitróxidos, de transferencia de radicales atómicos, de adición reversibles de cadenas fragmentadas, entre otros.

Torrefacción: Un proceso termoquímico de secado o tostado en ausencia de oxígeno, que genera una reducción en la descomposición de la biomasa y un aumento de su poder calorífico, un producto parcialmente carbonizado y ceniza. Genera productos en fase sólida, líquida y gaseosa.

Vigilancia tecnológica: “La importancia de la vigilancia científica es entendida cada vez más como el esfuerzo sistemático realizado por una organización para la

búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica, permitiendo la identificación de tendencias emergentes y decadentes en el desarrollo tecnológico, lo cual a su vez prepara a las organizaciones para anticiparse a los cambios en el entorno” (Álvarez y Peralta, 2001).

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS QUE PERMITAN DAR VALOR AGREGADO A LOS SUBPRODUCTOS TORTA DE PALMISTE Y FIBRA DE LA FRUTA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA. *

AUTOR: ANGELA MARIA GARCIA SILVA**

PALABRAS CLAVE: Vigilancia tecnológica, bibliometría, aceite de palma, fibra de fruta, torta de palmiste.

DESCRIPCIÓN:

La palma de aceite africana es uno de los cultivos tropicales más atractivos comercialmente debido a que el aceite de palma extraído tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Sin embargo, la agroindustria palmera es uno de los mayores generadores de subproductos residuales, tales como los racimos vacíos, la fibra del mesocarpio, la torta de palmiste, el cuesco, y los efluentes. Lo anterior plantea el reto de aprovecharlos para reducir el impacto ambiental y posiblemente dar valor agregado a la cadena de producción.

En el presente trabajo se desarrolló un estudio de vigilancia tecnología buscando información relevante, de patentes y documentos científicos, en bases de datos bibliométricos, software de apoyo y herramientas de búsqueda internacionales y nacionales como: Scopus, Matheo Patent y la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia.

La consulta estuvo enfocada en encontrar los desarrollos tecnológicos de la fibra de fruta y la torta de palmiste en el periodo comprendido entre 2007 y 2017. Los resultados mostraron que la mayor parte de las investigaciones e innovaciones se han desarrollado en el continente asiático. La actividad científica relacionada con la fibra de fruta y la torta de palmiste está orientado a las áreas de la ingeniería química, las ciencias ambientales, las ciencias agrícolas y biológicas, la energía, y la bioquímica. Donde las aplicaciones tecnológicas más prometedoras son la pirolisis, densificación, torrefacción-peletización y homogenización-granulación.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química.

Director: Dr. Fernando Viejo Abrante. Co-director: Manuel G. Pabón Machuca.

ABSTRACT

TITLE: TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE STUDY FOR THE IDENTIFICATION OF TECHNOLOGICAL ALTERNATIVES THAT ALLOW TO GIVE ADDED VALUE TO THE BY-PRODUCTS PALM KERNEL CAKE AND PALM MESOCARP FIBER OF PALM OIL PRODUCTION PROCESS*

AUTHORS: ANGELA MARIA GARCIA SILVA**

KEYWORDS: technological surveillance, bibliometric, palm oil, palm mesocarp fiber, palm kernel cake.

DESCRIPTION:

The palm oil is one of the most commercially attractive tropical crops due to the fact the oil palm extracted has a wide variety of uses and applications. However, the palm agroindustry is one of the largest residual by-products generators. Which are the empty bunches, mesocarp fiber, palm kernel cake, shell, and effluents. This poses a challenge of use them to reduce the environmental impact and possibly to give value added to the production chain.

In the present work a technology surveillance study was developed looking for relevant information of patents and scientific documents, in bibliometric databases, support software and international and national search tools such as: Scopus, Matheo Patent and the Superintendence of Industry and Commerce of Colombia.

The query was focused on finding the technological developments of fruit fiber and palm kernel cake, in the period understood between 2007 and 2017. The results showed that most of the research and innovations have been developed in the Asian continent. The scientific activity related to fruit fiber and palm kernel cake is oriented to the areas of chemical engineering, environmental sciences, agricultural and biological sciences, energy, and biochemistry. Where the most promising technological applications are pyrolysis, densification, torrefaction-pelletization and homogenization-granulation.

* Project of grade

** Physicochemical faculty of Engineering. School of Chemical Engineering.
Director: Dr. Fernando Viejo Abrante. Co-director: Manuel G. Pabón Machuca.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la palma de aceite es considerada como uno de los cultivos comerciales tropicales más atractivos económicamente ya que, por un lado, el aceite de palma extraído tiene una gran variedad de usos y aplicaciones en la industria como en alimentos (chocolate, helado, margarina), cosmética, farmacéutica, química, biocombustibles entre otras¹⁻⁴. Adicionalmente, se contempla como el cultivo oleaginoso más productivo entre otros cultivos con un alto rendimiento por hectárea, a lo que se debe sumar su facilidad de establecimiento, bajo costo de cultivo y tolerancia moderada al cambio climático⁵⁻⁷. Esto es debido a que la fruta de la palma contiene dos tipos de aceite de valor comercial: el aceite de palma extraído de la fibra de la fruta y el aceite de palmiste extraído de los granos, donde el primero puede fraccionarse en estearina y oleína.

El 85% de la producción mundial de aceite de palma está localizada en Indonesia y Malasia, que ocupan el primer y segundo lugar respectivamente del ranking mundial (Figura 1a). En tercer lugar se encuentra Tailandia y el cuarto lugar corresponde a Colombia (Figura 1b). El listado completo de los países que lideran la producción de aceite de palma a nivel internacional se puede ver en el Anexo A., donde a nivel

¹ CHANDRASEKARAN M, SHI K. Oil seeds. Valorization food process by-products. 1st ed. 2012. p. 836.

² SHAHIDULLAN. Palm oil and palm kernel oil applications. Malaysian Palm Oil Council (MPOC). Available at: http://www.mpoc.org.my/Palm_Oil_and_Palm_Kernel_Oil_Applications.aspx. (Accessed April 19, 2018), 2015.

³ ENSHASY Hesham, ABDEL Mariani, ZINEDINE Ali. Palm Oil Process, Characterization, and Applications. Edible Oils. Elsevier. 2016. p. 129–56.

⁴ WU Qibai, QIANG Thien Ching, ZENG Guoxun, ZHANG Haiyan, HUANG Ye, WANG Yaodong. Sustainable and renewable energy from biomass wastes in palm oil industry: A case study in Malaysia. Int J Hydrogen Energy. 2017;42(37):23871–23877.

⁵ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Perfil sectorial: Oleaginosas, Aceites y Grasas. Cadenas Product Estructura, Comer Int y Protección. 2004:59–79.

⁶ ABDULLAH Ramli, WAHID, Mohd. World palm oil supply, demand, price and prospects: Focus on Malaysian and Indonesian palm oil industries. Oil Palm Ind Econ J. 2011;11(2):13–25.

⁷ FEDEPALMA, La Palma de aceite en Colombia, 2016.

de América Latina y el Caribe, Colombia lidera en el primer puesto²⁸⁻³¹⁰. El cultivo de palma es uno de los de mayor expansión en el país¹¹. Según Fedepalma, el área sembrada en el 2016 fue de 483.000 Ha, con un incremento del 2,6% del área en el 2015¹². Además, la producción de aceite de palma en Colombia ha crecido aproximadamente 6,9% promedio anual durante los últimos diecisiete años para un crecimiento total de 118% (ver Anexo B la producción anual de aceite de palma).

Específicamente, Palmas del Cesar, S.A. es una empresa agroindustrial colombiana ubicada en el Corregimiento de Minas, San Martín (Cesar) que, en la actualidad, cuenta con más de 3500 hectáreas sembradas de palma de aceite. La empresa es pionera en el cultivo de palma africana desde 1960, y viene aplicando con éxito su estrategia de crecimiento sostenido con terceros, que trabajan con un enfoque ambiental y de responsabilidad social para proveer servicios derivados del cultivo y beneficio de la palma de aceite. Dentro de sus estrategias de desarrollo contempla la implementación de programas de renovación y aumento de siembra del cultivo propio y en el área de influencia empresarial, de manera que, hoy, sumadas las hectáreas de Palmas del Cesar y de su núcleo en la región son alrededor de 11000 Ha¹³.

Sin embargo, la agroindustria palmera se presenta como uno de los de los más importantes generadores de subproductos residuales, los cuales son siguientes: racimos vacíos o tusas (22-23%), fibra (13,5-15%), cuesco (5,5-7%), torta de

⁸ U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Palm Oil Production by Country in 1000 MT. Index Mundi. Available at: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>. (Accessed April 18, 2018), 2017.

⁹ LA Gustavo, AMAYA Rotta. Efectos sociales del cultivo de palma de aceite: condiciones laborales, seguridad social y educación en los trabajadores palmeros de cumural. 2010.

¹⁰ FEDEPALMA. Entorno económico y desempeño del sector palmero en 2016 y perspectivas 2017. 2017.

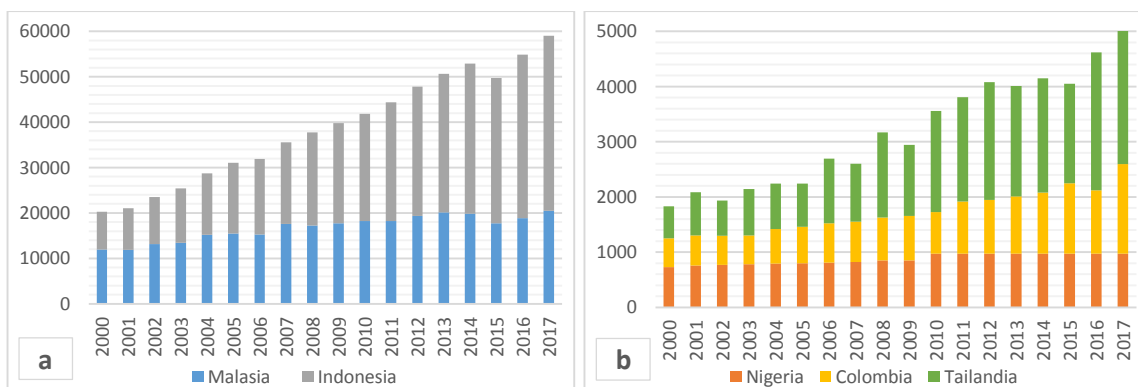
¹¹ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Op. Cit., p. 59–79.

¹² FEDEPALMA. Anuario estadístico 2017: Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia 2012-2016. 2017

¹³ CEPEDA Edgar. Experiencias de una unidad de servicio al proveedor, para mejorar la productividad, reducir costos y consolidar núcleos palmeros, 2010.

palmiste (2-3%), y efluentes (65-85%) con respecto al peso del racimo de fruta fresca que se procesa en una planta^{14,15}. En este sentido, a pesar de que el sector palmero ha presentado un crecimiento constante respecto a otros sectores de la agroindustria, existe un constante interés por ser más productivos y competitivos a lo largo de la cadena. Lo anterior plantea el reto de aprovechar estos subproductos y, de esta manera, reducir el impacto ambiental¹⁶.

Figura 1. Ranking de la producción de aceite de palma a nivel internacional (miles de toneladas). **a)** Producción de Malasia e Indonesia **b)** Producción de Tailandia, Colombia y Nigeria.



Fuente: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Palm Oil Production by Country in 1000 MT. Index Mundi. Available at: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>. (Accessed April 18, 2018, 2017).

En línea con la producción mundial de aceite de palma africana, el continente asiático es uno de los principales generadores de subproductos residuales de la cadena de producción. Aun así estos son tratados adecuadamente y, en algunos casos, se recibe un beneficio económico^{17,18}. Para el caso de Palmas del Cesar

¹⁴ CÁRDENAS Mónica, YANEZ Edgar, GARCÍA Jesús. Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia. *Rev Palmas*. 2010;31(2):41–8.

¹⁵ LOH Soh. The potential of the Malaysian oil palm biomass as a renewable energy source. *Energy Convers Manag*. 2017;141:285–98.

¹⁶ GARCÍA Jesús, et al. Alternativas para convertir un planta de beneficio en una biorrefinería. *Rev Palmas*. 2016;37(Especial Tomo II):95–106.

¹⁷ ZAHARI A., WAN W. Recent Advances in the Utilization of Oil Palm By-Products As Animal Feed. *PhD Propos*. 2015;1:1–14.

¹⁸ ABDULLAH N., SULAIM F. The Oil Palm Wastes in Malaysia. *Biomass Now - Sustain. Growth Use*. Intech Open. 2013. p. 75–100.

S.A., actualmente hace una buena disposición de sus residuos dándoles diferentes usos, empleando la fibra de la fruta como alternativa complementaria de fuente energética (cogeneración) y el exceso es arrojado en las plantaciones; mientras que la torta de palmiste es comercializada como suplemento nutricional para rumiantes aunque no se vende en su totalidad. Sin embargo, la empresa actualmente incursiona en estudios de implementación de diferentes tecnologías que le permitan diversificar su mercado, dándole un mayor valor agregado a sus subproductos^{19,20}. Para este estudio en específico la alta dirección identificó como subproductos de interés la fibra de la fruta y la torta de palmiste.

A través de una alianza estratégica con el Centro de Productividad y Competitividad del Oriente (CPC Oriente), se ha propuesto un estudio de Vigilancia Tecnológica (VT). Un estudio VT consiste en realizar la búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica que permita tomar decisiones estratégicas basadas en tendencias en investigación y tecnologías a nivel internacional. Este tipo de estudio puede clasificarse en diferentes aspectos como: estado del arte (artículos científicos) y estado de la técnica (patentes)^{21,22}.

Con el estudio VT, Palmas de César pretende analizar las áreas de investigación desde el sector académico y de patentes, en un entorno global y nacional con la identificación de desarrollos tecnológicos en nuevas áreas de investigación, primordialmente relacionadas con los subproductos del aceite de palma. Además, se busca identificar los países más avanzados en Innovación y Desarrollo (I+D+i)

¹⁹ PALMAS DEL CESAR. Informe de sostenibilidad 2012-2013. 2013.

²⁰ PALMAS DEL CESAR. Informe de sostenibilidad 2014-2016. 2016.

²¹ VILLAMIZAR Camilo, ÁLVAREZ Juan. Vigilancia tecnológica de digestión anaerobia en Colombia mediante el uso de software bibliométrico especializado. Universidad Industrial de Santander, 2016.

²² MADR, et al. Estudios de Vigilancia Tecnológica Aplicados a Cadenas Productivas del Sector Agropecuario Colombiano. Bogotá. 2008. p. 202

en este proceso, hecho que será referente para diseñar nuevos proyectos o transferir nuevas tecnologías^{23,24}.

²³ Ibid., p. 202

²⁴ PRADILLA Humberto, LAVERDE Jairo, PABON Manuel. Prospectiva tecnológica para cadenas productivas agroindustriales en Colombia. Bucaramanga. 2015.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar alternativas tecnológicas que constituyan una ventaja competitiva en la cadena de valor de la empresa Palmas del Cesar S.A., a partir del aprovechamiento de la torta de palmiste y la fibra de la fruta generados de los procesos de extracción de aceite de palma y aceite de palmiste.

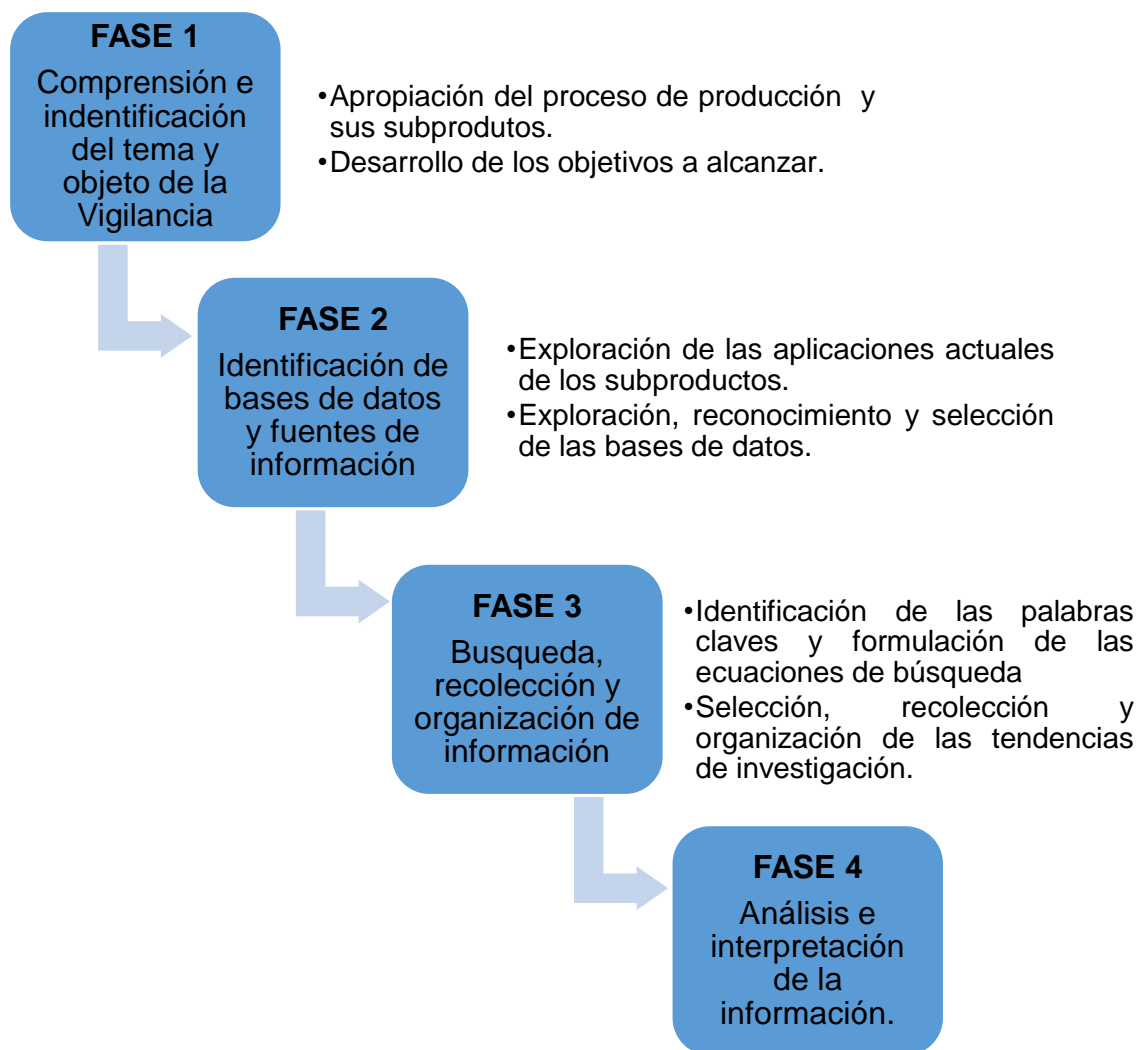
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar los avances científicos o estado del arte, y tecnológicos disponibles o estado de la técnica de los últimos diez años, a nivel nacional y mundial referente al uso, en el manejo y aprovechamiento de los subproductos.
- ✓ Analizar los resultados de los avances tecnológicos obtenidos mediante herramientas bibliométricas (Matheo Patent y Scopus) que conduzca a seleccionar tres alternativas para el aprovechamiento de cada subproducto estudiado.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 2 se muestra el diagrama de las fases metodológicas del estudio VT que se llevó a cabo durante el desarrollo del proyecto.

Figura 2. Diagrama de las fases metodológicas del estudio VT.



Fuente: DELGADO Mercedes, INFANTE Marta, ABREU Yoel, GARCÍA Beatriz, INFANTE Olga, DÍAZ Antonio. Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación. Rev CENIC Ciencias Biológicas. 2010;41:1–13.

2.1 COMPRENSIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL TEMA Y OBJETO DE LA VIGILANCIA

Antes de iniciar el estudio VT fue necesario la apropiación del proceso que realiza Palmas del Cesar S.A., lo cual se hizo por medio de una visita técnica a su planta de beneficio de extracción de aceite de palma y de aceite de palmiste. Asimismo, junto con el jefe de producción de planta se identificó y planteó el objeto a alcanzar del estudio de vigilancia tecnológica para los subproductos seleccionados.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE BASES DE DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

A continuación, se procedió a identificar las tendencias en investigación y desarrollo tecnológico con relación a los subproductos de fibra de fruta y torta de palmiste. Particularmente, fue esencial realizar una consulta preliminar de las posibles aplicaciones de los subproductos para definir aquellas a vigilar, con el apoyo de bases de datos como *ScienceDirect*, plataforma de *Elsevier* de literatura académica, y el Centro de Información y Documentación Palmero (CID Palmero), que ofrecen información tecnológica y científica de la producción mundial y de la comunidad palmera colombiana.

La VT recoge información del entorno que, posteriormente, va a ser normalizada para generar conocimiento útil para la organización. Esta recolección se realizó por medio de herramientas que gestionan, identifican y miden el conocimiento como lo hacen las bases de datos bibliográficas para literatura científica y bases de datos de patentes (Tabla 1). Para el caso de las publicaciones científicas se seleccionó *Scopus*, ya que posee una mayor cobertura documental y presenta actualizaciones

de citas más recientes que otras²⁵⁻²⁷. En las bases de patentes internacionales se utilizó como apoyo el software de *Matheo Patent* diseñado para automatizar las tareas de búsqueda, recuperación y análisis. También, tiene la particularidad que se pueden buscar los registros de forma online en las principales bases de datos: *Espacenet Worldwide* y *United States Patent and Trademark Office (USPTO)*; ambos sitios ofrecen información gratuita, actualizada y de alto impacto^{28,29}. Finalmente, para la consulta realizada de patentes colombianas se empleó la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Es importante aclarar, que la búsqueda de información fue ejecutada en el idioma inglés, por lo que si se requiere encontrar información nacional debe desarrollarse otra búsqueda en español.

Tabla 1. Descripción de las fuentes de información.

Bases de datos bibliográfica		Cobertura geográfica	Cobertura temporal	Número de revistas/ patentes
SCOPUS		Mundial	Desde 1996	+20.000 con + 4.200 Acceso abierto
MATHEO PATENT	Espacenet Worldwide	Mundial	Desde 1836	+100 millones
	USPTO	Estados Unidos	Desde 1970	+9 millones
Superintendencia de Industria y Comercio		Colombia	Desde 1900	+2600

²⁵ CAÑEDO Rubén, RODRÍGUEZ Roberto, CASTELLIS Marilis. Scopus: la mayor base de datos de literatura científica arbitrada al alcance de los países subdesarrollados. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*. Available at: <http://www.acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/14/45>, (2010).

²⁶ DE GRANDA José, et al. Ciertas ventajas de Scopus sobre Web of Science en un análisis bibliométrico sobre tabaquismo. *Revista Española de Documentación Científica*. Available at: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/793>, (2013).

²⁷ TORRES Daniel, JIMÉNEZ Evaristo. Introducción y estudio comparativo de los nuevos indicadores de citación sobre revistas científicas en *Journal Citation Reports* y *Scopus*. *El Profesional de La Información*. Available at: <https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/article/view/epi.2010.mar.12>, (2010).

²⁸ REY Lara. Informe APEI sobre vigilancia tecnológica. Bogotá. 2009. p. 63

²⁹ MARAÑÓN Oscar. *Matheo Patent* la herramienta esencial para el análisis de información tecnológica. *Papeles de Inteligencia*. Available at: <http://papelesdeinteligencia.com/matheo-patent-la-herramienta-esencial-para-el-analisis-de-informacion-tecnologica/>. Accessed November 10, 2017, 2013.

2.3 BÚSQUEDA, RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar la búsqueda en las bases dispuestas anteriormente, se seleccionaron aquellas palabras claves que fueron empleadas frecuentemente en publicaciones científicas para describir los subproductos. Posteriormente, estas palabras son aplicadas en la formulación de las ecuaciones de búsqueda, las cuales son diseñadas con el propósito de encontrar mayor número de resultados acordes con el aprovechamiento de los subproductos. Con las ecuaciones definidas se prosiguió con la consulta, durante el periodo 2007 y 2017, de las bases y descarga de la información. Con el soporte de las aplicaciones encontradas en la consulta previa, fue posible someter los resultados a un proceso de depuración para suprimir aquellos registros que no estuvieran relacionados con la utilización de la fibra y la torta de palmiste. Para la identificación de tendencias de investigación se utilizó como indicador la dinámica que siguen las publicaciones científicas y patentes recopiladas sobre dicha investigación.

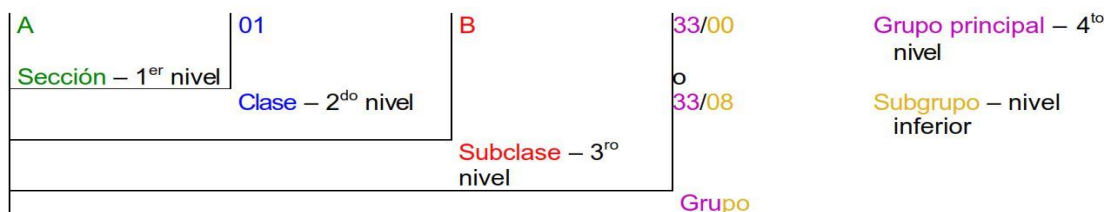
2.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida fue procesada e indexada por las herramientas de software de apoyo. Para la información científica se aplicó el instrumento de análisis que ofrece Scopus y para los registros de patentes se empleó el software de Matheo Patent. Estas herramientas permitieron generar distintas representaciones gráficas de tendencias de evolución por países, por entidades, ranking de posición, clasificación, etc. Con la fase de análisis se extrajeron las conclusiones pertinentes y alternativas tecnológicas que buscan proporcionarle valor agregado al informe y sirva como elemento de juicio para decisiones estratégicas a futuro de cada uno de los subproductos considerados en esta VT.

Las patentes emplean un sistema de categoría técnica jerárquico a nivel mundial, denominado “clasificación internacional de patentes” (CIP o en inglés IPC). En éste los sectores tecnológicos se dividen en secciones, clases, subclases y grupos, como

se aprecia en la Figura 3 para la categoría A01B 33/00. Es importante aclarar que en este estudio las categorías de las patentes analizadas se presentarán por medio de la serie: sección, clase y subclase, es decir, no se incluyen los grupos (ejemplo: A01B) con el propósito de facilitar el análisis.

Figura 3. Clasificación del sistema jerárquico de patentes (CIP). Ejemplo: categoría A01B 33/00.



Para el caso de los datos obtenidos en la Superintendencia de Industria y Comercio, estos no arrojaron información significativa ya que para el caso de las aplicaciones para la fibra de fruta se encontraron dos patentes de las cuales una fue negada y la otra se encuentra en requerimiento de examen de fondo. Para la torta de palmiste se encontró una solicitud que también fue negada. La descripción de las patentes halladas en la base de datos de la Superintendencia se puede encontrar en el Anexo C.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

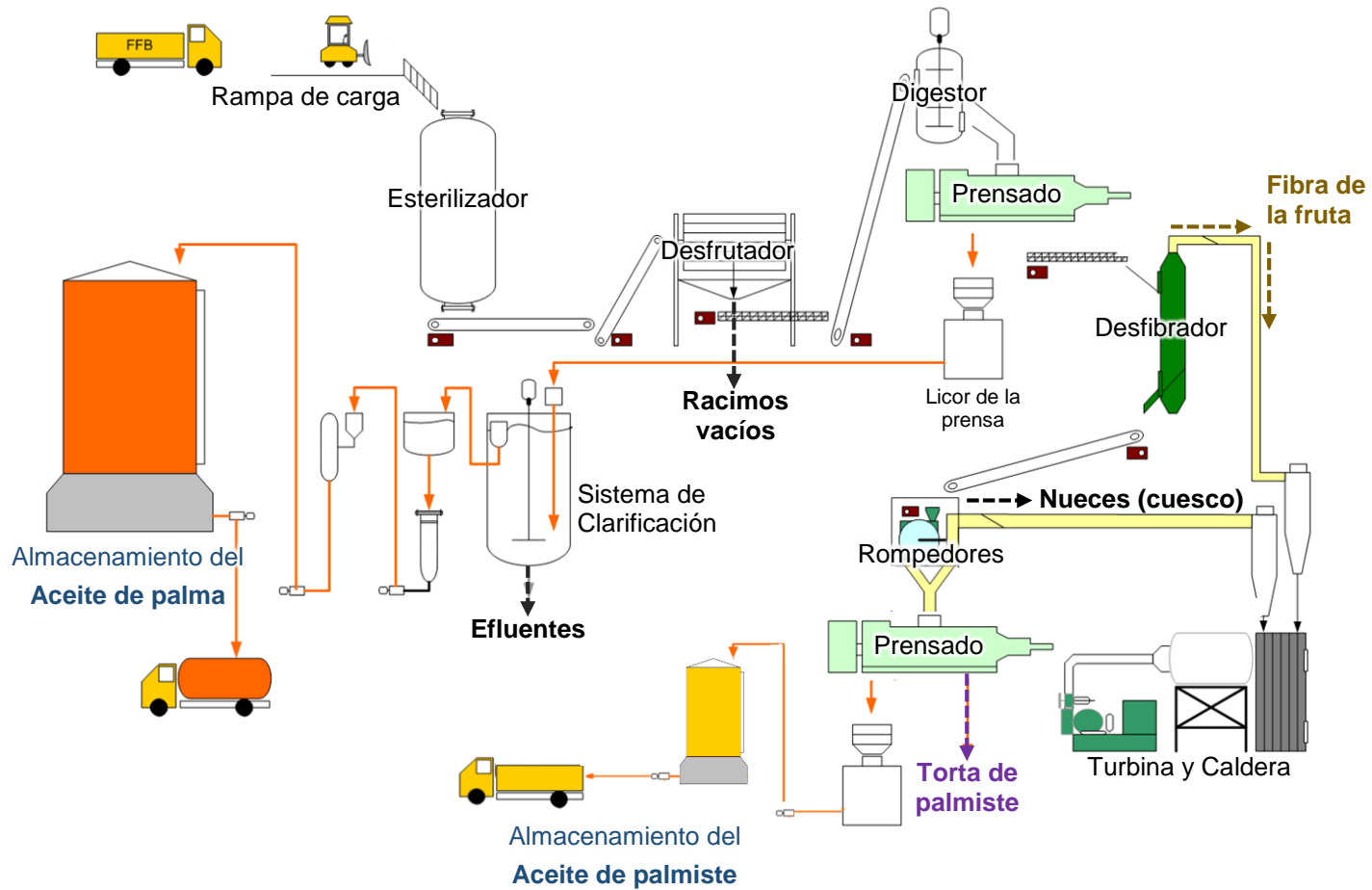
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA

En la Figura 4 se ilustra el diagrama de flujo del procesamiento de palma de aceite aplicado en la planta de beneficio de Palmas del Cesar S.A.S.

De forma resumida, el proceso inicia con la recepción de los racimos de fruta fresca que son llevados a los autoclaves donde son esterilizados. Además, este proceso se realiza con el fin de neutralizar la encima lipasa que es responsable de la acidificación del aceite. Los racimos de fruto esterilizados son transportados en vagones e ingresan a una unidad denominada desfrutador, que consiste en un tambor rotativo que contiene unas aberturas por donde los frutos pueden pasar y así ser separados de los racimos que saldrán vacíos por un extremo. Los frutos sueltos llegan a unos digestores donde se aplica vapor y se maceran por aproximadamente 35 minutos logrando ablandar la fruta para homogenizarla para después enviarla a la prensadora. De allí se extrae el licor que contiene el aceite de palma, y se retira la fase sólida de las fibras del mesocarpio de la fruta y las nueces de la misma. El licor de la prensa, que contiene aceite, agua, lodos livianos y lodos pesados, es bombeado a un sistema de clarificación donde se busca separar el aceite de las otras fases y, posteriormente, trasladarlo a los tanques de almacenamiento.

De la etapa de digestión y prensado también se obtiene la torta de fruta prensada, que es enviada al desfibrador para separar las nueces de la fibra de la fruta. Actualmente, la fibra es utilizada en la caldera como materia prima para el sistema de cogeneración de energía de la planta y el sobrante es arrojado a las plantaciones (la caracterización de la fibra se encuentra en el Anexo D).

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de aceite palma



Fuente: HABIBILLAH Arif. Diagram pengolahan kelapa sawit. Habibie's Personal Blog. Available at: <https://habibiezone.wordpress.com/2010/10/04/pengolahan-kelapa-sawit/>. (Accessed June 8, 2018), 2010.

Las nueces son trasladadas a la palmisteria (sección de la planta donde se extrae el aceite de palma). Éstas contienen en su interior las almendras que poseen el aceite de palmiste. Para extraerlo, inicialmente hay que acondicionar las nueces con una corriente de aire caliente para reducir su contenido de humedad y debilitar la cáscara. Una vez secas se llevan a un molino giratorio donde, de acuerdo con su tamaño, las nueces son partidas por unos rompedores que funcionan como cascanueces. De allí se consigue una mezcla triturada que es separada con ventiladores de succión, donde salen las almendras y las cáscaras. Estas últimas son comercializadas como combustible.

Las almendras son llevadas a una prensadora en la que, por los intersticios se extrae el aceite de palmiste y por la parte frontal se extrae el residuo sólido prensado que pasará por un molino de martillos para ser pulverizado y almacenado como torta de palmiste. Esta torta es altamente rica en polisacáridos no almidonados, por lo que actualmente se vende a la industria agropecuaria como alimento para ganado y el excedente es almacenado (la caracterización de composición de la torta de palmiste se encuentra en el Anexo D). Finalmente, el aceite crudo de palmiste es llevado a un tanque de calentamiento para decantarlo y filtrarlo, y luego es transportado a los tanques de almacenamiento.

De la descripción anterior, se puede apreciar la existencia de una alta generación subproductos de biomasa resultantes del aprovechamiento de la palma (racimos de fruta vacíos, fibra de fruta, nueces y torta de palmiste), de los cuales actualmente para Palmas del Cesar S.A., son de interés investigar: la fibra de la fruta y la torta de palmiste.

3.2 BUSQUEDA PRELIMINAR

Con el desarrollo de esta consulta se estableció un fundamento de las posibles aplicaciones tecnológicas para el aprovechamiento de los subproductos estudiados, las cuales permitieron indicar y depurar adecuadamente la información relevante a recolectar para esta VT. Sierra y colaboradores presentan un diagrama de las utilidades de los productos y subproductos generados en el proceso de extracción de la palma de aceite, el cual fue adoptado como referencia para la fibra de fruta y la torta de palmiste seguida de una profundización en sus usos³⁰. Entre las tecnologías descritas, algunas ya están probadas y otras se encuentran en fase de escalamiento industrial o requieren más investigación para su implementación.

3.2.1 Fibra de fruta Existen tres rutas para transformar la biomasa, como son la térmica, la biológica y la fisicoquímica. Para la primera destacan los procesos de combustión, gasificación y pirólisis. La ruta biológica comprende los procesos de fermentación alcohólica, digestión anaerobia y compostaje, mientras que la fisicoquímica incluye procesos de trituración, secado, peletización (compactación) e hidrólisis. Estos procesos de transformación permiten obtener productos como carbón activado, gas de síntesis, biohidrógeno, recuperación de metano (biogás), azúcares fermentados, bioetanol, fertilizantes, briquetas o pellets, placas y biocompuestos³¹⁻⁴⁰.

³⁰ SIERRA Juan, SIERRA Lucellys, OLIVERO Jesus. Potencial económico de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). *Agron Mesoam*. 2017;28(2):523–534.

³¹ MOHAMMED M., et al. Hydrogen rich gas from oil palm biomass as a potential source of renewable energy in Malaysia. *Renew Sustain Energy Rev*. 2011;15(2):1258–1270.

³² HOSSAIN A., JEWARATNAM J., GANESAN P. Prospect of hydrogen production from oil palm biomass by thermochemical process e A review. *Int J Hydrogen Energy*. 2016;1:1–19.

³³ SYED Syed, NOR Siti. Gasification of nickel-preloaded oil palm biomass with air. *Bull Chem React Eng Catal*. 2016;11(3):262–272.

³⁴ KABIR G, MOHD A, HAMEED B. Pyrolysis of oil palm mesocarp fiber and palm frond in a slow-heating fixed-bed reactor: A comparative study. *Bioresour Technol*. 2017;241:563–572.

³⁵ SITI Idris, et al. Investigation on thermochemical behaviour of low rank Malaysian coal, oil palm biomass and their blends during pyrolysis via thermogravimetric analysis (TGA). *Bioresour Technol*. 2010;101(12):4584–4592.

3.2.2 Torta de palmiste Una de las aplicaciones que más ha tenido atención es el uso de la torta de palmiste en la elaboración de alimentos para animales, por medio de su homogenización, con nutrientes y aditivos, para una posterior granulación. Asimismo, hay otras tecnologías que resultan atractivas que comprenden la peletización, fermentación e hidrólisis enzimática, a través de las cuales es posible elaborar productos como pellets, biocombustibles (bioetanol), azúcares fermentables, y biocompuestos (manosa, lignina y proteínas)⁴¹⁻⁴⁸.

En los Anexos E y F se puede consultar información estratégica de los artículos soporte empleados en esta etapa preliminar de búsqueda donde se incluye un resumen y la especificación de algunas tecnologías desarrolladas para la fibra de fruta como para la torta de palmiste, respectivamente.

³⁶ KHANDAY W, KABIR G, HAMEED BH. Catalytic pyrolysis of oil palm mesocarp fibre on a zeolite derived from low-cost oil palm ash. *Energy Convers Manag.* 2016;127:265–272.

³⁷ SAIDU Mohammed, et al. Biological pre-treated oil palm mesocarp fibre with cattle manure for biogas production by anaerobic digestion during acclimatization phase. *Int Biodeterior Biodegrad.* 2014;95(PA):189–194.

³⁸ HUSAIN Z, ZAINAC Z, ABDULLAH Z. Briquetting of palm fibre and shell from the processing of palm nuts to palm oil. *Biomass and Bioenergy.* 2002;22(6):505–509.

³⁹ SABIL Khalik, et al. Effects of torrefaction on the physiochemical properties of oil palm empty fruit bunches, mesocarp fiber and kernel shell. *Biomass and Bioenergy.* 2013;56:351–360.

⁴⁰ ASHARA Pengnoo, et al. Nitrogen mineralization in soil amended with mesocarp fiber of oil palm and other wastes : A greenhouse study. *Songklanakar J Sci Technol.* 2002;24(1):1–8.

⁴¹ FASELEH Mohammad, et al. In Ovo and dietary administration of oligosaccharides extracted from palm kernel cake influence general health of pre- and neonatal broiler chicks. *Plo ONE.* 2017;12(9):1–17.

⁴² FERASYI Teuku, et al. Potency of Combination of Palm Kernel Meal and Katuk Leaf Powder to Improve the Production Performance of Peranakan Etawa (PE) Goat: Toward a Strategy for Quality Control of Meat Using “CGE” Concept. *Procedia Food Sci.* 2015;3:389–395.

⁴³ RAZUAN R, et al. Pelletised fuel production from palm kernel cake. *Fuel Process Technol.* 2011;92(3):609–615.

⁴⁴ AL-TABIB Abdualati, et al. Production of acetone, butanol, and ethanol (ABE) by *Clostridium acetobutylicum* YM1 from pretreated palm kernel cake in batch culture fermentation. *BioResources.* 2017;12(2):3371–3386.

⁴⁵ RAITA Marisa, IBBENEGBU Christopher, CHAMPREDA Verawat, LEAK David J. Production of ethanol by thermophilic oligosaccharide utilising *Geobacillus thermoglucosidasius* TM242 using palm kernel cake as a renewable feedstock. *Biomass and Bioenergy.* 2016;95:45–54.

⁴⁶ HONG L, IBRAHIM D, OMAR I. Lignocellulolytic materials-as a raw material for the production of fermentable sugars via solid state fermentation. *Asian J Sci Res.* 2011;4(1):53–61.

⁴⁷ ADIO Olayinka, et al. Production of lipases in solid-state fermentation by *Aspergillus niger* F7-02 with agricultural residues. *J Microbiol Biotechnol Food Sci.* 2015;04(06):509–512.

⁴⁸ AHIRWAR Saroj, et al. Experimental design of response surface methodology used for utilisation of palm kernel cake as solid substrate for optimised production of fungal mannanase. *Mycology.* 2016;7(3):143–153.

3.3 ESTUDIO DE VIGILANCIA SOBRE LA FIBRA DE LA FRUTA

3.3.1 Palabras claves y/o ecuaciones de búsqueda Para recopilar la información necesaria para el desarrollo de la VT, fue esencial la identificación de palabras claves con las que se plantearon las ecuaciones de búsqueda utilizadas para la exploración de información en bases de datos estructuradas. En la Tabla 2 se presentan las palabras identificadas para la fibra de fruta, extraídas de diferentes publicaciones científicas, adicionalmente se presentan las ecuaciones usadas.

Tabla 2. *Parámetros de búsqueda de la fibra de la fruta: a) Palabras claves, b) Ecuación de búsqueda.*

a Palabras Claves	b Ecuación de Búsqueda
<ul style="list-style-type: none">• Palm mesocarp• Palm oil fiber• Palm oil fibre• Fiber - Fibre• Pal oil biomass	<ul style="list-style-type: none">• "palm" AND "mesocarp"• "palm" AND "oil" AND "fiber" OR "fibre"• "palm" AND "oil" AND "biomass" AND "fiber" OR "fibre"

3.3.2 Entorno: artículos académicos En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de la búsqueda realizada para el periodo comprendido entre 2007 y 2017, por medio de la base de datos *Scopus*. En total se obtuvieron 1.928 resultados. Sobre esta búsqueda, posteriormente, se aplicó la opción de combinar las diferentes ecuaciones para depurar la información y eliminar aquellos artículos que no aplicaban al estudio. De este proceso de depuración se obtuvieron finalmente 59 resultados que son analizados a continuación.

Tabla 3. Resultados de la búsqueda de artículos sobre la fibra de fruta en Scopus.

Ecuación de Búsqueda	Cantidad
"palm" AND "mesocarp"	341
"palm" AND "oil" AND "fiber" OR "fibre"	1.263
"palm" AND "oil" AND "biomass" AND "fiber" OR "fibre"	324
Combinación de la ecuaciones	59

La Figura 5b presenta la evolución anual de la productividad científica a nivel internacional para la fibra de fruta en la que se puede apreciar una evolución creciente sobre todo a partir de 2010, año donde se comienza a observar un mayor interés por investigar los potenciales usos de la fibra como materia prima para otros procesos. En este sentido, la mayor parte de los trabajos científicos relacionados con empleo de fibra de fruta se han desarrollado en Asia. América del Sur también contribuye, aunque en menos del 6% de las investigaciones (Figura 5a).

Los países que poseen el mayor número de trabajos de investigación son Malasia (51 artículos) y Japón (12 artículos). Destacable es el caso de Malasia (MY), que es el segundo país con más alta producción de aceite (por detrás de Indonesia) y sus entidades están comprometidas con la investigación de recursos renovables⁴⁹⁻⁵⁰. Por otra parte Japón (JP), aun cuando produce una cantidad notablemente inferior de aceite de palma, sí importa los subproductos para su aprovechamiento como fuente de energía alternativa⁵¹⁻⁵².

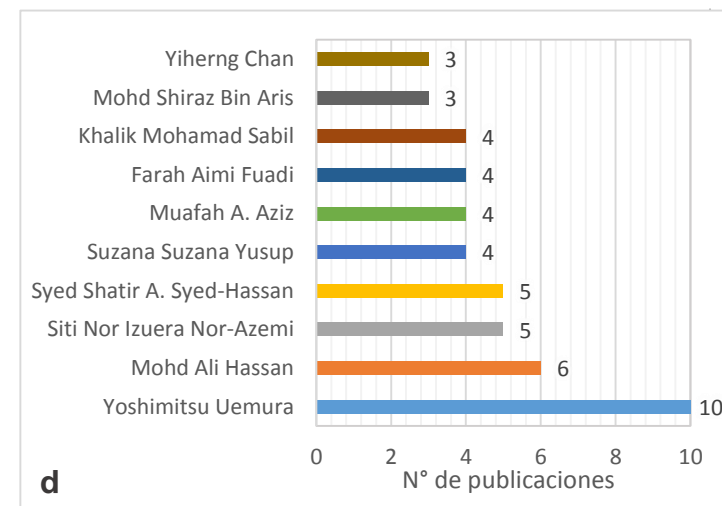
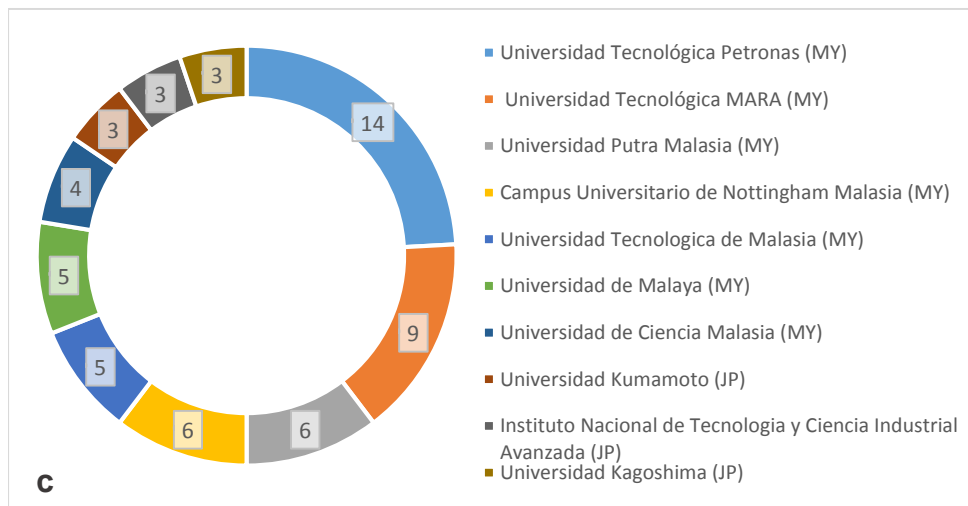
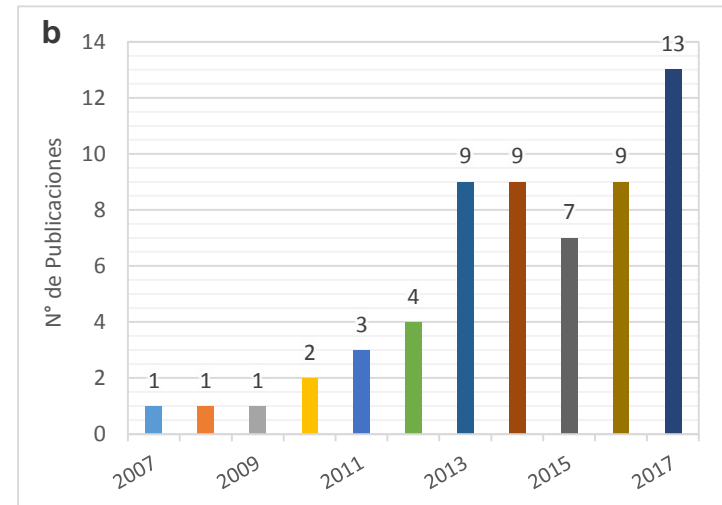
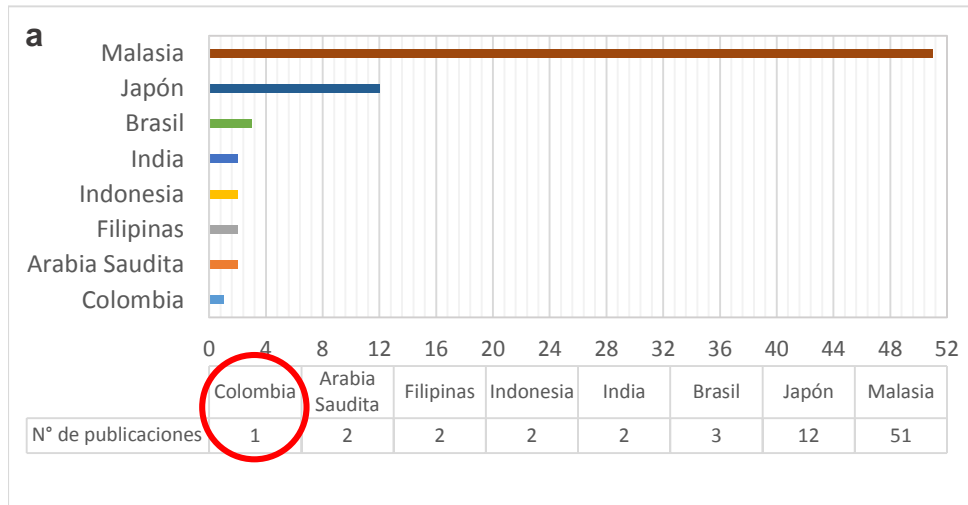
⁴⁹ UNDP, et al. Malaysia Generating Renewable Energy From Palm Oil Wastes 2007: p. 48.

⁵⁰ TAN Yew. By-products of palm oil extraction and refining. *OI Corps Gras Lipides*. 2006;13(1):9–11.

⁵¹ ERNI Devy. Japan Turns to Palm Oil Byproducts as Alternative Energy Source. *TempoCo*. 2016.

⁵² WATANABE Chisaki. Japan's green energy incentives cast spotlight on controversial use of palm oil. *The Japan Times*. 2017.

Figura 5. Resultados de la búsqueda de los artículos sobre la fibra de fruta durante el periodo de 2007 - 2017. **a)** Distribución geográfica de los trabajos científicos. **b)** Tendencia de publicaciones. **c)** Principales instituciones asociadas con sus publicaciones. **d)** Investigadores asociados con el número de sus publicaciones.



En el caso de Indonesia y Filipinas el número de publicaciones es menor al 6%. Este puede ser debido a dos situaciones: la primera posiblemente se atribuye a que ambos países tienen un poder económico muy inferior a Malasia y Japón, lo que se traduce en una inversión mucho menor en infraestructura para realizar investigación; por otro lado, muchas de las publicaciones se realizan en lengua nativa en revistas académicas las cuales están subdivididas en tres categorías según su edad (1 a 20, de 21 a 40 y de 41 a 60 años), donde las más revistas más citadas son aquellas que han sido recientemente fundadas⁵³.

A nivel Suramérica, se encuentran Brasil y Colombia que aparece de último lugar con una única publicación, posiblemente debido a las mismas razones argumentadas para el caso de Indonesia y Filipinas.

Específicamente, a nivel centros de investigación, se resalta que de las diez primeras universidades dedicadas a la investigación en esta temática las siete primeras son de procedencia malaya, y hay que irse al puesto número 8 para encontrar la primera de otra nación, Japón, que ocupa los otros 3 puestos restantes (Figura 5c). Entre todas ellas, destacan dos universidades, la Universidad Tecnológica Petronas y la Universidad Tecnológica MARA ambas de Malasia, que concentran el mayor número de artículos publicados, acaparando gran parte del top 10 a nivel mundial (Figura 5d). Dentro de esta lista, lidera el profesor del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica Petronas, Yoshimitsu Uemura con 10 publicaciones enfocadas a la producción de biocombustibles y bioquímica⁵⁴⁻⁶³.

⁵³ LUKMAN Lukman, et al. Citation performance of Indonesian scholarly journals indexed in Scopus from Scopus and Google Scholar. *Sci Ed*. 2018.

⁵⁴ SABIL Khalik, et al. *Op. cit.* p. 351–360.

⁵⁵ CHAN Yi, et al. Effect of process parameters on hydrothermal liquefaction of oil palm biomass for bio-oil production and its life cycle assessment. *Energy Convers Manag.* 2015;104(May):180–188

⁵⁶ RAVINDRA Pogaku. *Advances in bioprocess technology.* 2015.

⁵⁷ CHAN Yi, et al. Bio-oil production from oil palm biomass via subcritical and supercritical hydrothermal liquefaction. *J Supercrit Fluids.* 2014;95(May):407–412.

Además, en el Anexo G se presenta la distribución completa del número correspondiente de publicaciones de cada una de las categorías de investigación, junto con la distribución porcentual de las áreas de investigación de la fibra de la fruta y las áreas de investigación específicas de Malasia y Japón, donde las tres áreas más representativas son la ingeniería química, las ciencias ambientales y la energía.

3.3.3. Entorno: patentes En esta etapa del ejercicio de vigilancia tecnológica, se revisó el estado del arte de las patentes relacionadas con la fibra de fruta durante el periodo 2007-2017. Para la consulta de las bases internacionales de patentes se utilizó el software de Matheo Patent, junto con las ecuaciones de búsqueda mostradas en la Tabla 2. De esta búsqueda se obtuvieron 150 familias de patentes (grupos de documentos de publicaciones de patente que comparten prioridad internacional), para un total de 316 patentes. Al revisar los documentos de las patentes se encontraron registros que no correspondían al aprovechamiento de la fibra por lo que después de un proceso de depuración permanecieron 79 familias y 136 patentes solicitadas (Tabla 4). Dichas patentes fueron elaboradas por 148 aplicantes (solicitantes), ya que puede haber más de un solicitante para cada patente, en los cuales participaron 287 investigadores.

⁵⁸ ALI Norizan, et al. Effect of operating conditions and fractional condensation on pyrolytic products. *Nihon Enerugi Gakkaishi/Journal Japan Inst Energy*. 2013;1014–1020.

⁵⁹ SABIL Khalik, et al. Synthetic indicator on the severity of torrefaction of oil palm biomass residues through mass loss measurement. *Appl Energy*. 2013;111(May):821–826.

⁶⁰ AZIZ Muafah, et al. A study on torrefaction of oil palm biomass. *J Appl Sci*. 2012;12(11):1130–1135.

⁶¹ AZIZ Muafah, UEMURA Yoshimitsu, SABIL Khalik. Characterization of oil palm biomass as feed for torrefaction process. 2011 Natl Postgrad Conf - Energy Sustain Explor Innov Minds, NPC 2011. 2011;(c):1–6.

⁶² UEMURA Yoshimitsu, OMAR Wissam N, TSUTSUI Toshio, YUSUP Suzana B. Torrefaction of oil palm wastes. *Fuel*. 2011;90(8):2585–2591.

⁶³ UEMURA Y, et al. Relationship between calorific value and elementary composition of torrefied lignocellulosic biomass. *J Appl Sci*. 2010;10(24):3250–3256.

Tabla 4. Resultados de la búsqueda.

	Cantidad
Familias	79
Patentes	136
Aplicantes	148
Inventores	287
IPC (4 dígitos)	68

En la Figura 6a se presenta el comportamiento de las publicaciones de patentes a nivel mundial durante el periodo 2007 – 2017 donde el número total de patentes registradas fueron 131.

El periodo de tiempo con mayor número de patentes fue entre 2012 hasta 2016. Asimismo, se observa que la recesión económica global ocurrida en el 2008 no generó un impacto significativo en las actividades de patentamiento sobre el aprovechamiento de la fibra de la industria de palma de aceite. Se debe aclarar que la información del 2017 no se encuentra completa, ya que al momento de la recolección de la información, no había llegado a término el año; sin embargo, se tuvo en cuenta porque en este periodo se encontraron patentes con información valiosa.

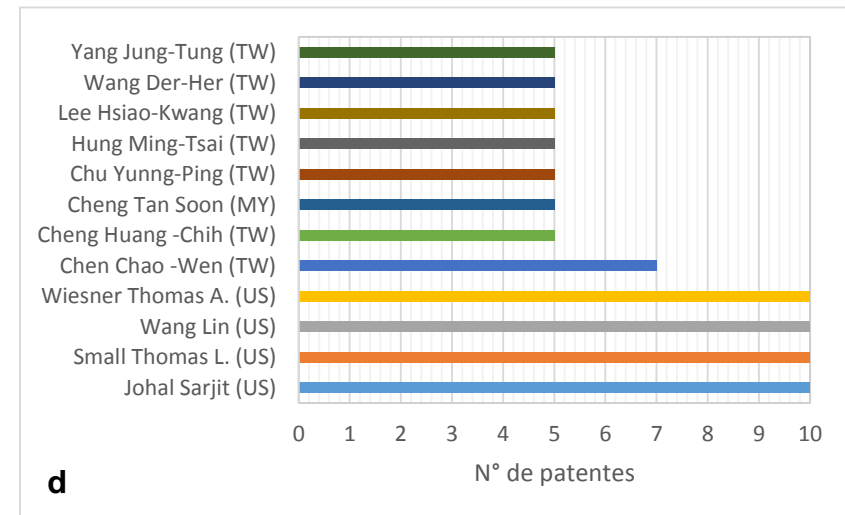
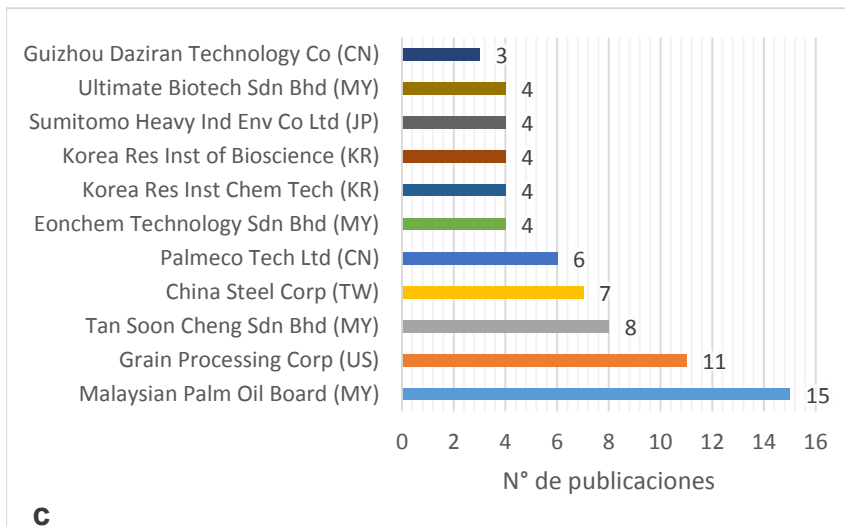
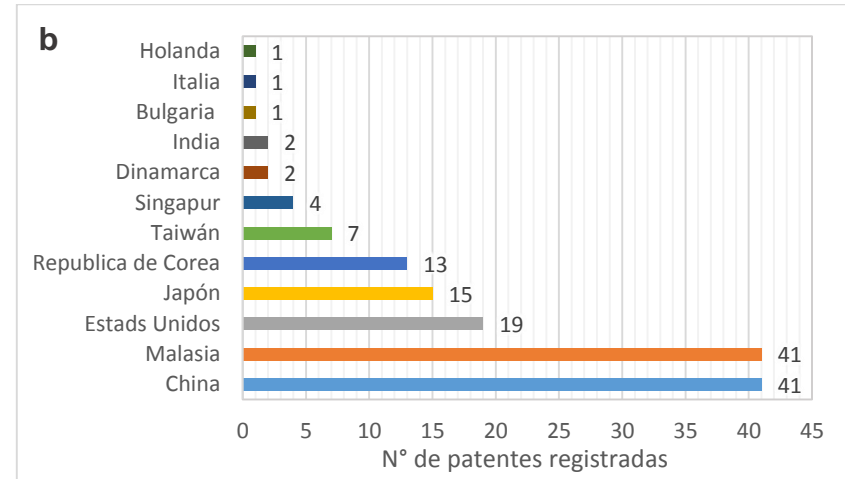
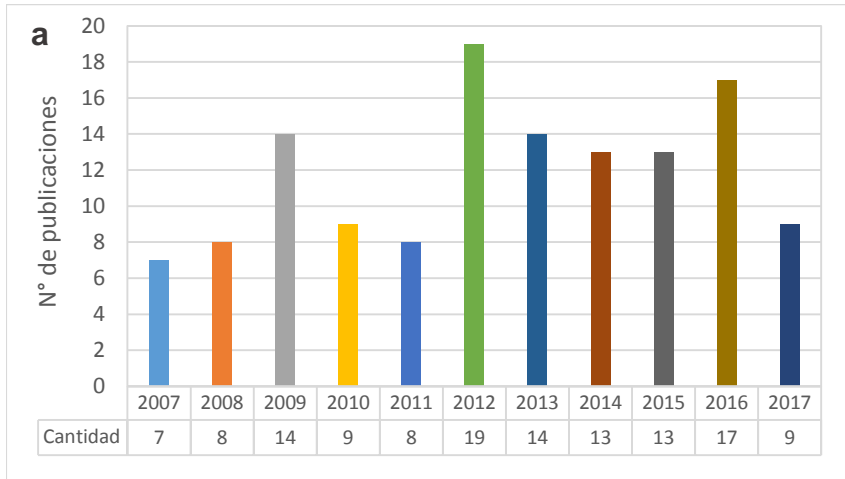
En cuanto a la cantidad de patentes por país (Figura 6b), los países que lideran con el mayor número registrado son China y Malasia con 41 patentes, seguidos de Estados Unidos, Japón y República de Corea. Para el caso de Indonesia y Colombia, se puede apreciar que no aparece entre los países líderes, por lo que al igual que en el entorno de publicaciones, para entender mejor las actividades de patentamiento de estos países se recomienda una búsqueda en lengua nativa.

En la Figura 6c se presentan las empresas líderes tecnológicamente, que marcan la pauta. Éstas son la agencia gubernamental de investigación Malaysian Palm Oil

Bord con 15 patentes y la compañía privada estadounidense Grain Processing Corp. con 11 aplicaciones.

Entre los solicitantes líderes se encuentran organizaciones de biotecnología de Malasia como Eonchem Technology y Ultimate Biotech. Entre los aplicantes de origen chinos aparece la empresa Palmeco Tech (fabricante de placas de construcción), y Guizhou Daziran Technology y China National Petroleum Corp. ambas pertenecientes al sector energético.

Figura 6. Resultados de la búsqueda de las patentes sobre la fibra de fruta durante el periodo 2007-2017. **a)** Tendencia de las patentes. **b)** Países aplicantes de las patentes. **c)** Empresas líderes tecnológicamente. **d)** Investigadores de las patentes.



En la Figura 6d se presentan los investigadores participantes en el desarrollo de las solicitudes de patentes, donde se destaca que los primeros cuatro son de nacionalidad estadounidense, cuyas participaciones están relacionadas con Grain Processing Corp. (US), líder tecnológico observado en la Figura 6c.

En el Anexo H se encuentra una breve descripción de algunas de las organizaciones. Por otro lado, en el Anexo I se presentan las áreas de las patentes relacionadas con fibra de fruta de acuerdo con el CIP – 4 dígitos. Las principales aplicaciones (están relacionadas con la producción de compuestos macromoleculares a partir de materiales lignocelulósicos (C08L), producción y refinación o preservación de sustancias grasas (C11B), combustibles, gas natural, adición de materiales a combustibles o incendios para reducir el humo (C10L), cría y reproducción de animales, nuevas razas (A01K), uso de sustancias orgánicas e inorgánicas no macromoleculares como ingredientes de composición (C08K), entre otros. Así mismo, se presenta la descripción de cada uno de los códigos de las patentes.

3.4 ESTUDIO DE VIGILANCIA SOBRE TORTA DE PALMISTE

3.4.1 Palabras claves y/o ecuaciones de búsqueda En este apartado se desarrolló el mismo proceso empleado en la sección 3.3.1 del estudio de la fibra de fruta para la recolección de la información, donde también se establecieron las palabras claves y se plantearon ecuaciones de búsqueda las cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros de búsqueda de la torta de palmiste. a) Palabras Claves, b) Ecuación de búsqueda.

a Palabras Claves	b Ecuación de Búsqueda
<ul style="list-style-type: none"> •Palm oil kernel •Palm kernel expeller •Palm kernel cake •Palm kernel meal 	<ul style="list-style-type: none"> •"palm" AND "oil" AND "kernel" AND "cake" •"palm" AND "oil" AND "kernel" AND "meal" OR "expeller"

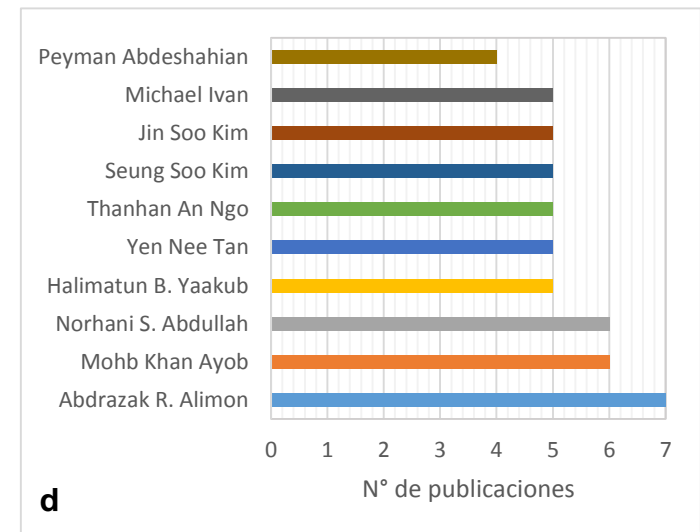
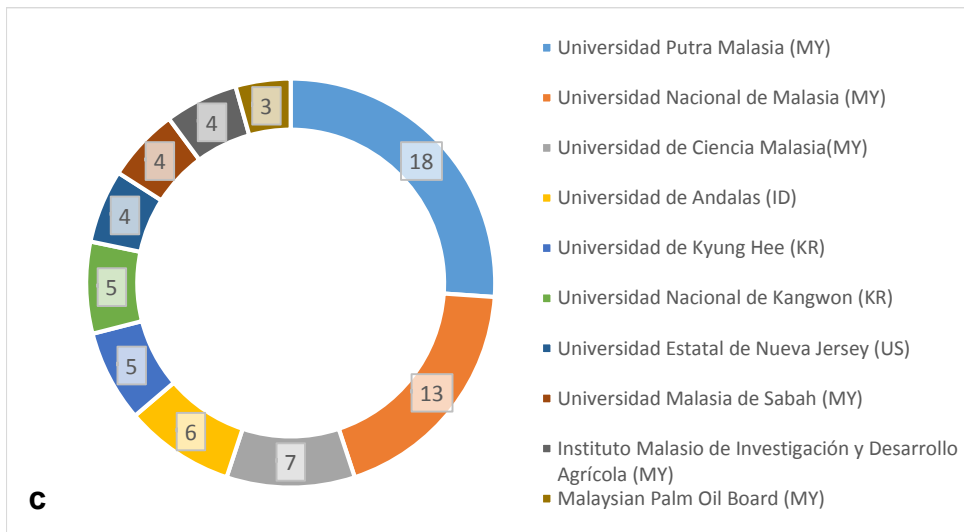
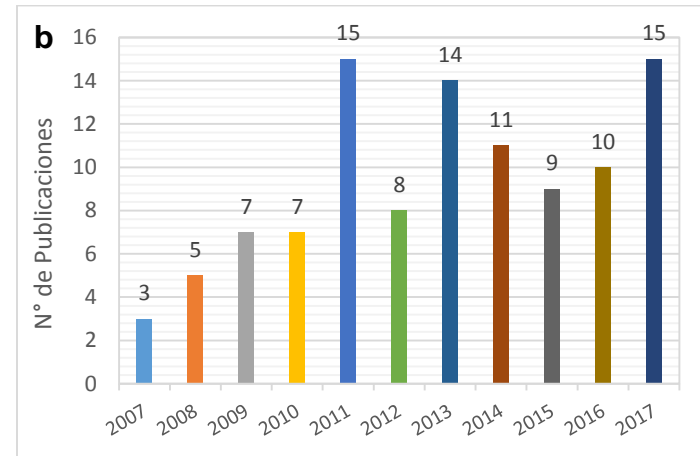
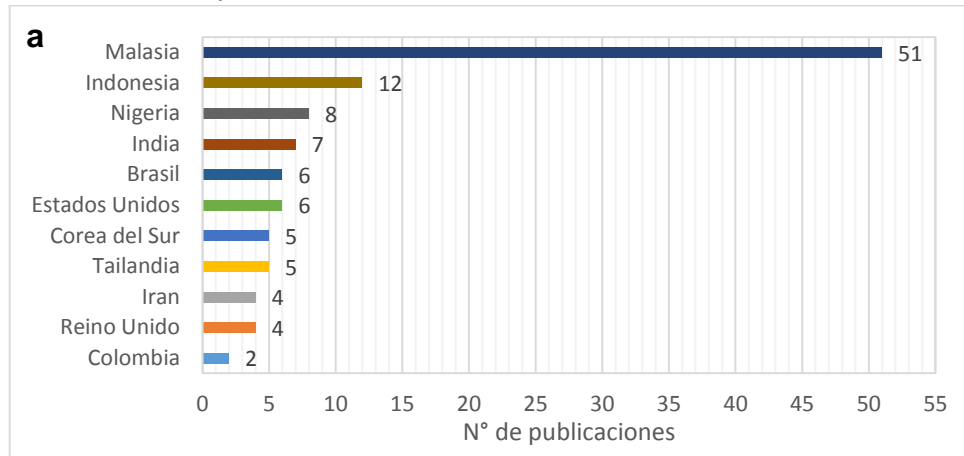
3.4.2 Entorno: artículos académicos En la Tabla 6 se muestran los resultados de la búsqueda realizada en la base de datos *Scopus*, durante el periodo comprendido entre 2007 y 2017 con las ecuaciones anteriormente presentadas en la Tabla 5. Esta búsqueda arrojó un total de 179 publicaciones. Posteriormente, se aplicó la opción de combinar las diferentes ecuaciones para depurar la información y eliminar aquellos artículos que no aplicaban al estudio. De este proceso de depuración se obtuvieron finalmente 104 resultados que son analizados a continuación.

Tabla 6. Resultados de la búsqueda de artículos sobre la torta de palmiste en Scopus.

Ecuación de Búsqueda	Cantidad
"palm" AND "oil" AND "kernel" AND "cake"	115
"palm" AND "oil" AND "kernel" AND "meal" OR "expeller"	50
Combinación de la ecuaciones	14
Conjunto definitivo de artículos estudiados	104

De nuevo, Malasia es el país con mayor cantidad de publicaciones en el estudio de la torta de palmiste, pero esta vez seguido por Indonesia en el segundo puesto como se puede apreciar en la Figura 7a. En la Figura 7b se observa la evolución anual de la producción científica a nivel internacional para la torta de palmiste en la que se puede apreciar una evolución creciente con una media de publicaciones por año de 11 para el periodo comprendido entre 2011 – 2017.

Figura 7. Resultados de la búsqueda de los artículos sobre la torta de palmiste durante el periodo de 2007 - 2017. **a)** Distribución geográfica de los trabajos científicos. **b)** Tendencia de publicaciones. **c)** Principales instituciones asociadas con sus publicaciones. **d)** Investigadores asociados con el número de sus publicaciones.



Específicamente, a nivel centros de investigación, se resalta que las tres principales universidades donde se registra la mayor cantidad de publicaciones relacionadas con el estudio de la torta de palmiste son de origen malayo, acaparando más del 50% de las publicaciones a nivel mundial (Figura 7c). Finalmente, la Figura 7d presenta a los diez primeros investigadores con relación al número de publicaciones de torta de palmiste, donde los investigadores Abdrazak R. Alimon, Norhani S. Abdullah, Halimatun B. Yaakub y Michael Ivan están vinculados a la Universidad de Putra Malasia (Figura 7c).

Además, en el Anexo K se presenta la distribución completa del número correspondiente de publicaciones de cada una de las categorías de investigación, junto con la distribución porcentual de las áreas de investigación de la torta de palmiste y las áreas de investigación, donde las tres áreas más representativas son las ciencias agrícolas y biológicas, la bioquímica y las ciencias ambientales.

3.4.3 Entorno: patentes En esta etapa del ejercicio de vigilancia tecnológica se revisó el estado del arte de las patentes relacionadas con la torta de palmiste durante el periodo 2007-2017. Para la consulta de las bases internacionales de patentes se utilizó el software Matheo Patent, junto con las ecuaciones de búsqueda mostradas en la Tabla 2b. De esta búsqueda se obtuvieron 53 familias de patentes para un total de 761 patentes. Al revisar los documentos de las patentes se encontraron registros que no correspondían al aprovechamiento de la torta por lo que después de un proceso de depuración permanecieron 36 familias y 104 patentes (Tabla 7). Dichas patentes fueron elaboradas por 42 aplicantes (solicitantes) y participaron 75 investigadores.

Tabla 7. Resultados de la búsqueda

	Cantidad
Familias	36
Patentes	104
Aplicantes	42
Inventores	75
IPC (4 dígitos)	35

En la Figura 8a se presenta el comportamiento de las publicaciones de patentes a nivel mundial durante el periodo 2007 – 2017. El 2016 fue el año con mayor cantidad de patentes aprobadas. También es importante aclarar que la información del 2017 no se encuentra completa ya que, al momento de la recolección de la información, no había llegado a término el año; sin embargo, se tuvo en cuenta, porque en este periodo se encontraron patentes con información valiosa. En cuanto a la cantidad de patentes por país (Figura 8b), los países que lideran con el mayor número registrado son Estados Unidos y Japón, seguidos de China, Australia, Dinamarca, Indonesia y, en último lugar, se encuentra Malasia. El hecho de que sean unos países los mayores productores y otros quienes lideran la capacidad de registrar patentes es un fenómeno que también se da a nivel de América Latina, donde se evidencia una variabilidad sustancial entre los países con respecto a las características, motivos y efectos de la I + D transfronteriza, ya que muchos de ellos han realizado diferentes aperturas económicas que favorecen la financiación de la investigación en diversas temáticas las cuales posteriormente son patentadas por sus patrocinadores⁶⁴.

En la Figura 8c se presentan las empresas líderes tecnológicamente que marcan la pauta. En primer y segundo puesto se encuentran las compañías privadas estadounidenses Grain Processing Corp. con 19 aplicaciones enfocadas en la fabricación de alimentos y Xyleco Inc. con 13 patentes enfocadas en la producción de químicos. En tercer lugar, se encuentra *Fuji Oil Co. Ltd.* cuyas áreas de interés

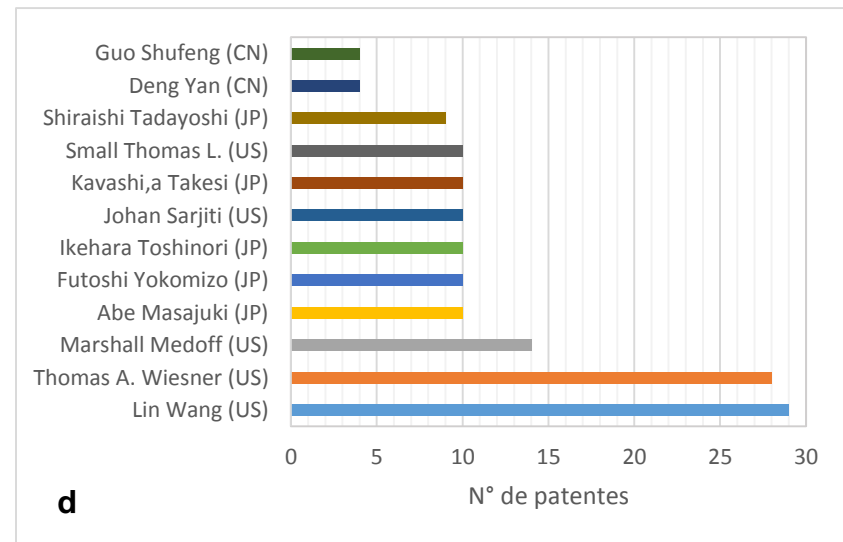
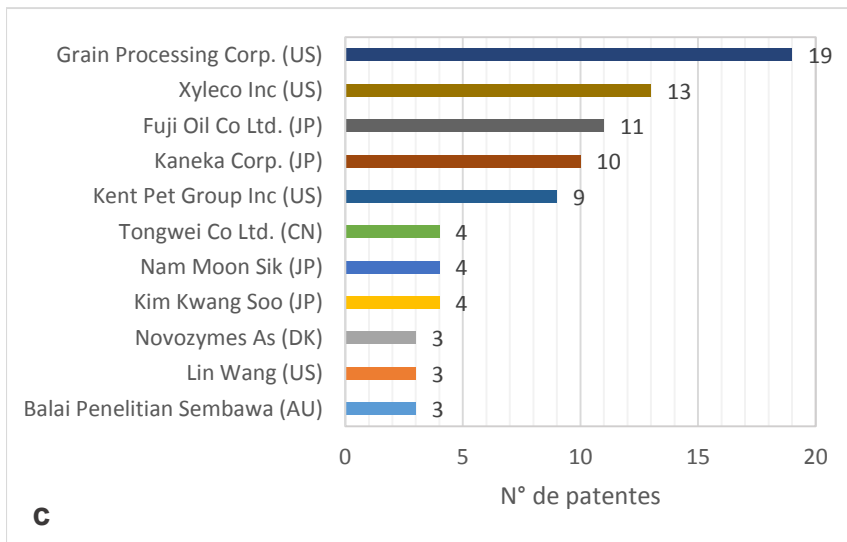
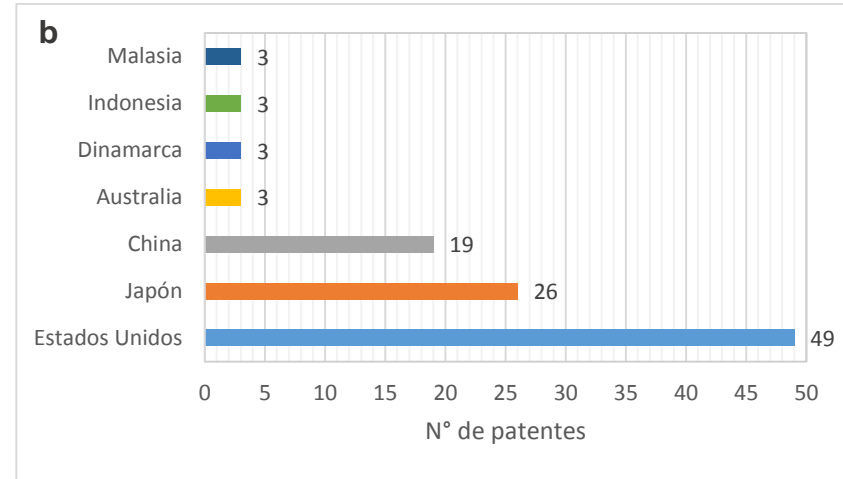
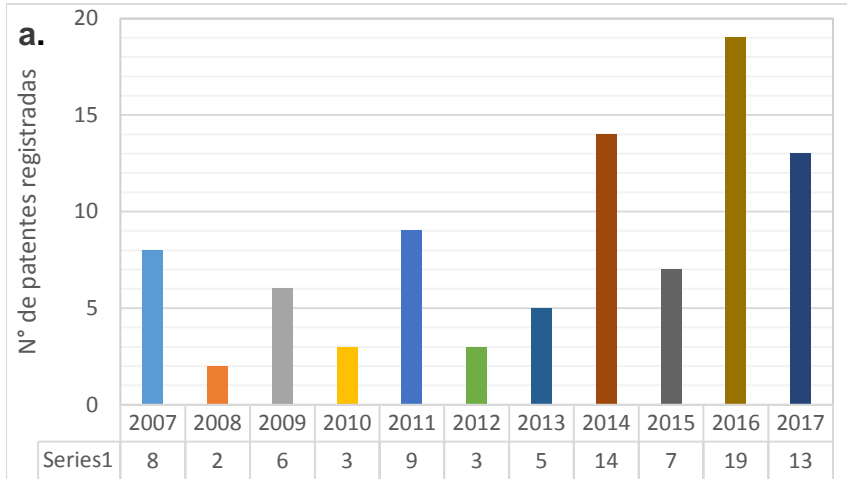
⁶⁴ GUELLEC Dominique, ZUNIGA Maria. Globalisation of technology captured with patent data. A preliminary investigation at the country level 2006:109–126.

son las grasas, los productos e ingredientes de confitería y panadería. Para el cuarto y quinto puesto esta Kaneka Corp. fabricante de productos químicos y Kent Pet Group Inc. cuya actividad económica está basada principalmente en la producción y venta de productos alimenticios y demás suministros para la industria de animales.

Finalmente, en la Figura 8d se presentan los investigadores participantes en el desarrollo de las solicitudes de patentes, donde los titulares líderes son Lin Wang (US), Thomas A. Wiesner (US), Marshal Medoff (US), cuyas participaciones están relacionadas con Grain Processing Corp. líder tecnológico mostrado en la Figura 8c.

En el Anexo L se encuentra una breve descripción de algunas de las corporaciones. Por otro lado, en el Anexo M se presentan las áreas de las patentes relacionadas con torta de palmiste de acuerdo con CIP – 4 dígitos. Las principales aplicaciones están relacionadas con la clasificación de alimentos y métodos adaptados para animales (A23K), la cría y o reproducción de animales (A01K), productos alimenticios y su fabricación (A23L), y fermentación o procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico (C12P), entre otros. Así mismo, se presenta la descripción de cada uno de los códigos de las patentes.

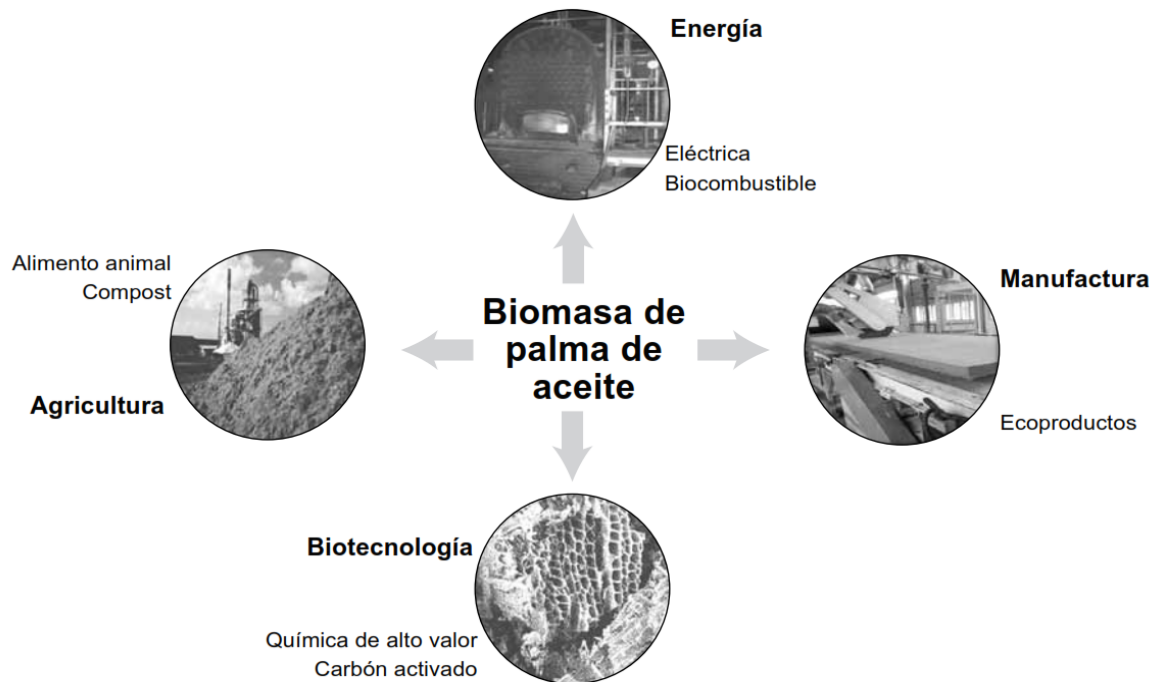
Figura 8. Resultados de la búsqueda de las patentes sobre la torta de palmiste durante el periodo 2007-2017. **a)** Tendencia de las patentes. **b)** Países aplicantes de las patentes. **c)** Empresas líderes tecnológicamente. **d)** Investigadores de las patentes.



3.5 TECNOLOGÍAS APLICABLES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA

Palmas de César S.A., con su experiencia en la industria de la palma de aceite, se plantea un interés prioritario en las aplicaciones de la fibra de la fruta y la torta de palmiste, que fue dado a conocer por medio de un acompañamiento con el director de planta de beneficio. Con base en eso, hay cuatro productos procedentes de diferentes tecnologías que se consideran pertinentes para la empresa actualmente para la fibra de fruta. Estos son: i) fertilizantes o compostaje ya sea para aplicarlo a sus cultivos u ofrecerlos a sus proveedores, ii) aglomerados para construcción o mobiliario, iii) biocombustibles ya sea para la cogeneración de energía o para obtener un beneficio económico, y otros. Esta proyección de la empresa se complementa con los usos generales desde la perspectiva de la oportunidad de negocio publicado por Osorio, C., los cuales se exponen en la Figura 9.

Figura 9. Clasificación de la biomasa desde los mercados.



Fuente: OSORIO Carlos. Uso integral de la biomasa de palma de aceite. Palmas. 2013;34(2):315–23.

Además, Osorio y colaboradores expone los usos generales desde la perspectiva de la oportunidad de negocio para el aprovechamiento de la biomasa obtenida de la palma de aceite (Figura 9), la cual da soporte a la visión de Palmas del César por buscar y establecer nuevas líneas de producción para diversificar su mercado. Algunas de estas unidades de mercado están constituidas por diferentes alternativas tecnológicas. A continuación, en las tablas 8 y 9 se presentan diez tecnologías con sus ventajas y desventajas, la cuales se identificaron durante la vigilancia tecnológica.

Teniendo en cuenta la Figura 9 y Tabla 8 es posible relacionar los mercados con la selección de las alternativas. Es decir, se prevé la posibilidad de aplicar el subproducto de la fibra en el mercado de la manufactura principalmente, produciendo aglomerados que utiliza la gran parte del subproducto lignocelulósico, para después usar los excedentes o residuos para la elaboración de biocombustibles por medio de un biodigestor, con el fin de promover la generación de biogás. Luego, con sus efluentes y procesos biotecnológicos asociados con el laboratorio de producción de bioinsumos de la empresa Palmas del César, se pueden desarrollar fertilizantes sólidos y líquidos con alto contenido nutricional para la recuperación y fortalecimiento de suelos.

Tabla 8. Ventajas y desventajas de las tecnologías emergentes para el aprovechamiento de la biomasa de la palma Africana.

	DENSIFICACIÓN	COMPOSTAJE
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Son una alternativa promisorio de materiales para reemplazar fibras sintéticas, vítreas y de asbesto para reforzar la matriz inorgánica de compuestos. - Materia prima (fibra orgánica) de bajo costo. - Ayuda a reducir la emisión de CO₂ propia de la producción de materiales de construcción. - Tienen un rendimiento similar a los materiales de construcción convencionales. - Obtención de materiales ligeros que incrementan significativamente la vida de los edificios 	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación controlada de nutrientes. - Activa la biota del suelo, para mejorar su estructura física y fertilidad. - Aumenta la retención de nitrógeno, agua y la solubilización de fosfato en el suelo. - Complementa el uso de fertilizantes químicos. - Libre de patógenos y aromas. - Proceso sencillo y rentable.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Una disminución del 40 a 50% en la fuerza compresiva del material, lo que orienta la aplicación en el uso de placas <i>indoors</i>. - La composición de fibra en las mezclas con cemento, no deben superar el 20%, lo que implica un necesario uso de los materiales convencionales y sus implicaciones ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> - El compostaje es menos efectivos que el vermicompostaje. - Las condiciones requieren constante control para obtener un producto de alta calidad. - Bajo contenido final de nitrógeno y carbono.
Referencias	65-67	68,69

⁶⁵ LEHUV Hooxorvlf, ILEHUV Dvehvwr. Recycled cellulosic fibers and lignocellulosic aggregates for sustainable building materials 2016;10(6):745–50.

⁶⁶ KIDALOVA L, STEVULOVA N, TERPAKOVA E. Utilization of alternative materials in lightweight composites. J Clean Prod. 2012;34:116–9.

⁶⁷ PREIKS I, SKUJANS J. Evaluation of hemp quality parameters for building materials from foam gypsum products. Chem Eng Trans. 2013;32:1639–44.

⁶⁸ SINGH NEE Poonam, PANDEY Ashok. Biotechnology for agro-industrial residues utilisation: Utilisation of agro-residues. 2009.

⁶⁹ SOOBHANY Nuhaa, MOHEE Romeela, GARG Vinod. Inactivation of bacterial pathogenic load in compost against vermicompost of organic solid waste aiming to achieve sanitation goals: A review. Waste Manag. 2017;64:51–62.

	TORREFACCIÓN	PELETIZACIÓN
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción en la descomposición de la biomasa. - Un aumento de su poder calorífico. - Reduce el contenido de material volátil y el de humedad. - Aumenta la propiedad hidrofóbica del material - El material es sencillo de almacenar, transportar y peletizar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorros significativos en los costos de transporte de los pellets. - Permite usar biomasa residual eficientemente como combustible. - Prevención en la formación de polvo, resultando en un incremento de los procesos de seguridad. - Sin cristalización o precipitación de soluciones y suspensiones.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - El factor más crítico a controlar es la temperatura de torrefactado. - Requiere un material inicial con un contenido de 20%-25% de contenido de humedad. - Los componentes de la ceniza aún se encuentran presente - Costos de inversión y operación - Pérdida del contenido total de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - La diferencia en composición y contenido de agua afectan las propiedades de los pellets. - La producción de pellets tiene costos elevados debido a la (especialización de los equipos y personal). - La presión aumenta considerablemente de biomasa sin procesar a biomasa torrificada.
Referencias	70-72	73-75

⁷⁰ TALERO G, RINCÓN S, GONZÁLEZ A. Torrefacción de tusa y fibra de palma africana (*Elaeis guineensis*) procedente de los Llanos Orientales de and Fiber from the Colombian Eastern Plains . Measuring the Effect of Torrefaction Temperature on the Characteristics of Products 2017;38(1):27–47.

⁷¹ SUKIRAN Mohamad, et al. A review of torrefaction of oil palm solid wastes for biofuel production. Energy Convers Manag. 2017;149:101–120.

⁷² NORDIN Anders, et al. CHAPTER 7 Biomass conversion through torrefaction. 2002. p. 217–244

⁷³ ACHARYA Bimal. Torrefaction and Pelletization of Different Forms of Biomass of Ontario. Guelph. 2013.

⁷⁴ UPRIYA Punia, RAJNI Bala, A.C. Rana. Pelletization Techniques: A Literature Review. Int Res J Pharm. 2012;3(3):43–47.

⁷⁵ DEB Ratul, AHMED Abdul. Pellets and Pelletization Techniques: a Critical Review. Int Res J Pharm. 2016;4(4):90–95.

	PIENSOS: HOMOGENIZACIÓN/ GANULACIÓN	PIRÓLISIS
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativa alimenticia económica de proteínas, minerales que es sostenible para rumiantes. - Menor dependencia de y reducción de costos. - Mejora la actividad rumial. - Fácil manipulación - Aumento en la productividad de los animales. - Alto contenido energético. - Disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produce diferentes productos: combustibles. líquidos, gaseosos, químicos orgánicos, carbón vegetal/biocarbón. - Proceso compatible con el reciclaje. - Percepción de este proceso como más ‘verdes’ y como ‘solución de alta tecnología’ - Convierte biomasa de bajo poder calorífico en biocombustibles con alto poder calorífico.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de intoxicación por contaminación de pesticidas y/o aflatoxinas. - Disminución de la fertilidad en búfalos. - Formulación variable: monogástrico y poligástrico. - Requiere de mayor cantidad de personal. - Poco tiempo de duración en el comedero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Imagen negativa de la incineración. - Los residuos del proceso superan el 20% con relación de la materia orgánica entrante al sistema.
Referencias	76-78	79-82

⁷⁶ DEVENDRA C. Intensification of integrated oil palm-ruminant systems. Enhancing increased productivity and sustainability in South-east Asia. Outlook Agric. 2009;38(1):71–81..

⁷⁷ ABUBAKR A., et al. Digestibility, rumen protozoa, and ruminal fermentation in goats receiving dietary palm oil by-products. J Saudi Soc Agric Sci. 2013;12(2):147–54.

⁷⁸ GARZON Linda, RAMIREZ Santiago. Alimentación animal a base de subproductos de la industria de biocombustibles de la palma de aceite en Colombia. Universidad de La Salle, 2014

⁷⁹ CASTELLS Xavier E, VELO Enric. La pirolisis. Nuevas Tecnol. para el Trat. y conversión energética residuos. 2012. p. 7–72.

⁸⁰ WAMPLER Thomas. Applied pyrolysis handbook. 2nd ed. CRC Press Taylor & Francis Group. 2007.

⁸¹ BRIDGWATER A V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. Biomass and Bioenergy. 2012;38:68–94.

⁸² GÓMEZ Alexander, KLOSE Wolfgang, RINCÓN Sonia. Pirólisis de Biomasa: Cuesco de palma de aceite. Kassel: Universidad de Kassel. 2008.

	COMBUSTIÓN	HIDROLISIS ENZIMÁTICA
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología comercialmente establecida - Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero - Reduce los costos de operación en la cadena de producción Hay abastecimiento seguro de biomasa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de enzimas proteolíticas. - Productos de elevado valor nutricional y funcional. - Especificidad de las enzimas y en el control de proceso. - Proceso controlado por la inactivación de enzimas.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere un pre-tratamiento de material, ya que el sistema está diseñado para unos parámetros específicos. - Alto costo de transporte. - Bajo rendimiento energético por volumen. - *Corrosión y erosión acelerada del metal del lado de los gases - Emisión de cenizas volátiles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo elevado y dependiente del proceso. - Inactivación de enzimas por procesos térmicos o control de pH, lo que encarece productos. - Dificultad en el proceso de recuperación y reciclado de las enzimas celulasas.
Referencias	83-88	89 -91

⁸³ MELISSARI Blas. Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa. Mem Trab Difus Cient y Tec. 2012;10:69-82.

⁸⁴ DAHLQUIST Erik. Technologies for Converting Biomass to Useful Energy. CRC Press Taylor & Francis Group. 2013.

⁸⁵ ARRIETA F., et al. Cogeneration potential in the Colombian palm oil industry: Three case studies. Biomass and Bioenergy. 2007;31(7):503-511

⁸⁶ BRICEÑO, Ivonne VALENCIA Concha, JAIME Mauricio. Potencial de generación de energía de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia Potential Power Generation of Oil Palm Agribusiness in Colombia. Rev Palmas. 2015;36(3):43-53.

⁸⁷ BASU Prabir. Biomass Cofiring and Torrefaction. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction. 2013:353-373.

⁸⁸ KAZIMIROVA V., OPATH R. Biomass combustion emissions. Res Agric Eng. 2017;62(Special Issue):S61-65

⁸⁹ SALAZAR Cristian. Hidrólisis enzimática y su aplicación en alimentos. In: TECNAS, editor. ALICO. 2012. p. 35.

⁹⁰ VERARDI Alessandra, et al. Hydrolysis of lignocellulosic biomass: current status of processes and technologies and future perspectives. Intechopen. 2012;5:95-124.

⁹¹ WP7 REBEL. Hydrolysis of lignocellulosic biomass. Enzymatic Hydrolysis. Available at: <http://www.responsiblebusiness.eu/display/rebwp7/Hydrolysis+of+lignocellulosic+biomass> 2018.

	POLIMERIZACIÓN	FERMENTACIÓN
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de polímeros con una emisión de carbono neta de cero, puede reducir la polución. - La materia prima (biomasa lignocelulósica) es el recurso más biorenovable del planeta. - Propiedades eco-amigables como biocompatibilidad y biodegradación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generan un alto rendimiento de etanol 12-17% del peso en volumen, un 90% del teórico para azúcares hexosa. - Los microorganismos generalmente soportan alta presión osmótica. - Puede optimizarse con una mejora en el proceso de hidrólisis enzimática. - Temperatura de reacción baja (303 K) y pH inferior a 5.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Costos un poco más altos que los polímeros sintetizados del petróleo, un margen que se va reduciendo con la escasez del mismo. - Pre-tratamiento de la biomasa costoso respecto a la energía requerida. - Depende de la separación eficiente de la celulosa, hemicelulosa y lignina. 	<ul style="list-style-type: none"> - La optimización de los reactores de fermentación y de hidrólisis enzimática. - Selección de microorganismos para fermentar los diferentes tipos de azúcares. - Altos costos de inversión para los dos reactores separados. - La inhibición de los microorganismos provocada por las altas concentraciones de glucosa.
Referencias	92-94	95-97

⁹² RAGAUSKAS Arthur, et al. The Path Forward for Biofuels and Biomaterials. Science (80-). 2006;311(5760):484–489.

⁹³ BRINCHI L, et al. Production of nanocrystalline cellulose from lignocellulosic biomass: Technology and applications. Carbohydr Polym. 2013;94(1):154–169.

⁹⁴ SIKGOR Furkan, BECER Remzi. Lignocellulosic biomass: a sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. Polym Chem. 2015;6(25):4497–4559.

⁹⁵ LIMAYEM Alya, RICKE Steven. Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects. Prog Energy Combust Sci. 2012;38(4):449–467.

⁹⁶ ISHOLA Mofoluwake. Improved Ethanol Production from Lignocellulosic Biomass through Membrane Bioreactors. DivA. 2015;6:1–6.

⁹⁷ KANG Qian, et al. Bioethanol from lignocellulosic biomass: Current findings determine research priorities. Sci World J. 2014;2014.

Estas tecnologías tienen diferentes niveles de madurez más conocidos por sus siglas inglesas TRLs: Technology Readiness Levels, que pasan, por el concepto, la etapa de laboratorio, el prototipo funcional, hasta el sistema completo. Estos están conformados por nueve grados de profundización descritos en la Tabla 9^{98,99}.

Tabla 9. Descripción del nivel de disponibilidad de tecnología (TRL)

TRL	Descripción
TRL 1	Principios básicos observados y reportados
TRL 2	Concepto y/o aplicación tecnológica formulada
TRL 3	Función crítica y experimental y/o prueba de concepto característica
TRL 4	Validación de componente y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio
TRL 5	Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante
TRL 6	Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante
TRL 7	Demostración de sistema o prototipo en un entorno real
TRL 8	Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones
TRL 9	Sistema probado con éxito en entorno real.

Fuente: GARCIA Jesús, Op. Cit., p. 95–106.

Para el realizar la selección de alternativas más adecuadas y atractivas para la fibra de la fruta y la torta de palmiste, se realizó una estructura matricial soportada en sus TRLs₁ con el objetivo de realizar una comparación cualitativa. Se presentan dos criterios: el primero consiste en la disposición de la tecnología para los productos de acuerdo con los resultados obtenidos para las diferentes tecnologías por Garcia Núñez y colaboradores (TRL-A); el segundo es desarrollado por el autor para cada documento analizado, los cuales fueron apoyo para identificar las tecnologías de

⁹⁸ GARCIA Jesús, Op. Cit., p. 95–106.

⁹⁹ COLCIENCIAS. Autores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación: adoptada mediante resolución N°1473 de 2016. Bogotá. 2016.

aprovechamiento (TRL-B) ¹⁰⁰⁻¹⁰². Las Tablas 10 y 11 contienen los datos mencionados y corresponden a la fibra de la fruta y la torta de palmiste, respectivamente. Estas muestran los artículos científicos y patentes a los cuales vale la pena prestar atención, que son listados por número de citas en orden descendente y según las categorías CIP respectivamente para la fibra y la torta, lo que se traduce en un mayor impacto en el campo científico y tecnológico.

3.5.1 Análisis tecnológico para la fibra de fruta En la Tabla 10 se presentan siete publicaciones científicas y siete registros de patentes, correspondientes al aprovechamiento de la fibra de la fruta. Cabe resaltar que las patentes están especificadas por el código CIP, donde su respectiva descripción se puede revisar en el Anexo I y en el Anexo J se muestra el resumen de cada una de las patentes y su número de registro.

Con base en los resultados de la VT y los criterios descritos anteriormente (Tabla 10) el autor considera las siguientes alternativas tecnológicas como las más atractivas para la fibra de fruta: la torrefacción-peletización, la densificación y la pirólisis. El principal beneficio de la peletización de material torrefactado es que permite optimizar las propiedades del subproducto para su uso como combustible sólido renovable, además de tener mayor vida útil y facilidad de almacenamiento. Los pellets, poseen un alto valor comercial para ser vendidos para calefacción de casas, así como también pueden ser usados para generación de energía de forma autónoma y permitiendo la venta de excedentes a la red.

En el caso de la densificación, ésta permite la obtención de ecoproductos, principalmente materiales aglomerados que presentan importantes beneficios como

¹⁰⁰ IBAÑEZ Juan. Niveles de madurez de la tecnología. Technology Readiness Levels. TRLS. Una Introducción. Rev Econ Ind. 2016;5(593):165–70.

¹⁰¹ COLCIENCIAS, SENA. Anexo 1. Technology readiness levels - TRL 2018:1–4.

¹⁰² COLCIENCIAS. Anexo 13. Niveles de madurez tecnológica 2016:1–7.

que son reciclados, biodegradables, ayudan a reducir el impacto ambiental de materiales sintéticos. Adicionalmente, estos materiales son de baja densidad, rígidos y resistentes, que son principalmente usados en construcción. Esta tecnología permitiría que la empresa incursionara en esa industria y diversificara su portafolio de productos.

Por último, la pirólisis es un proceso que genera diferentes productos combustibles líquidos, gaseosos y sólidos. El primero es el bioaceite que es considerado desecho actualmente; sin embargo, puede usarse como combustible o para la producción de productos químicos de alto valor comercial; no obstante, su tecnología no está totalmente desarrollada. El segundo es el gas de síntesis, que puede ser utilizado directamente en las calderas y generadores de energía, por lo que es posible enviarlo a la caldera para recuperación de energía. El tercero es el biocarbón, que es esencialmente utilizado en el reparar el suelo de los cultivos o en otros procesos como la activación para la eliminación de contaminantes del efluente a través de los filtros de remoción. Es interesante resaltar, que con un diseño adecuado se puede llegar a satisfacer la demanda de energía de la planta. Asimismo, con el conocimiento de las cinéticas de reacción se puede favorecer la producción de uno de los tres productos, modificando las condiciones de operación. Además, la pirólisis puede aprovechar, como se indicó anteriormente, aquellos subproductos residuales de otra tecnología como la densificación, y los subproductos generados en la pirólisis también pueden aplicarse para el desarrollo de fertilizantes.

Tabla 10. Matriz de alternativas tecnológicas para la fibra de fruta.

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL-A / TRL-B	
Artículos					
175	Investigación sobre el comportamiento termoquímico del carbón malayo de baja calidad, la biomasa de la palma aceitera y sus mezclas durante la pirólisis mediante análisis termogravimétrico (TGA). (Idriss et all, 2010).	Pirólisis	Gas de síntesis	4	1
			Biocarbón	6	
			Biocombustible líquido (bioaceite)	6	
108	Características de la combustión de biomasa de palma aceitera de Malasia, carbón sub-bituminoso y sus respectivas mezclas mediante análisis termogravimétrico (TGA). (Idris, Rahman y Ismail, 2012).	Combustión	Gas de síntesis	4	1
			Biocarbón	6	
			Biocombustible líquido (bioaceite)	-	
85	Torrefacción de desechos de palma aceitera. (Uemura, Omar, Tsutsui y Yusup, 2011).	Torrefacción	Biocarbón	4	1
			Biocombustible	-	
51	Manejo de residuos de biomasa generados en la extracción de aceite de palma: Vermicompostaje, una opción sostenible. (Singh, Embrandiri, Ibrahim y Esa, 2011).	Compostaje/ vermicompostaje	Bioabono	9	1

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A / TRL -B	
48	Caracterización del biocombustible y biocarbón generado a partir de la pirólisis de los residuos de palma de aceite. (Abnisa, Arami-Niya, Daud y Sahu, 2013).	Pirólisis	Gas de síntesis	4	4
			Biocarbón	6	
			Biocombustible líquido (bioaceite)	6	
47	Efectos de la torrefacción en las propiedades fisicoquímicas de los racimos de fruta vacía de palma aceitera, fibra del mesocarpio y cáscara de la almendra. (Sabil, Aziz, Lal y Uemura, 2013).	Torrefacción	Biocarbón	4	4
			Biocombustible	-	
45	Caracterización de la degradación térmica de la biomasa lignocelulósica y estructura fisicoquímica: efectos de la desmineralización por diversas soluciones ácidas. (Asadieraghi y Wan Daud, 2014).	Desmineralización	-	-	2
Patentes					
C08L	Método de fabricación de lignina a partir de un subproducto de la producción de aceite de palma. <i>Hitachi Chemical Co. Ltd. (JP)</i> JP2014005237A	Hidrólisis	Biocompuestos	5	5

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A / TRL -B	
C11B	Proceso y equipo para la extracción de aceite residual de la fibra de la palma. <i>Malaysian Palm Oil Bord - MPOB (MY).</i> MY157072A	Hidrólisis	Aceite residual	-	7
C10L	Método de producción de biocarbón. <i>China Steel Corp. - CSC (CN).</i> US2013199086A1	Peletización	Pellets	8	6
			Briquetas	8	
C10L	Procedimiento para la fabricación de combustible a partir de biomasa. <i>Rematec Holdings Corp. (JP)</i> WO2017014028A1	Peletización	Pellets	8	6
			Briquetas	8	
A01K	Lecho sanitario para animales, proceso para prepararlo y el método de eliminación de los residuos de animal. <i>Grain Processing Corp. - GPC (US).</i> WO2007146623A2	-	-	-	8

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A/ TRL -B	
C08K	Método para la producción de un nuevo material polimérico de fibra de palma. <i>Fujian HAISI Watercraft Evaluation Consulting Co. Ltd. (CN).</i> CN105985613A	Polimerización	Bioplástico	4	6
B32B	Procedimiento y fabricación de placas hechas de fibra de palma de aceite y óxido de magnesio y el del mismo. <i>Palmeco Tech (CN).</i> AU2012201614A1	Densificación	Ecoproducto	-	9

3.5.2 Tecnologías seleccionadas torta En la Tabla 11 se presentan siete publicaciones científicas y tres solicitudes de patentes, correspondientes al aprovechamiento de la fibra de la fruta. El CIP de las patentes está detallado en el Anexo M y su resumen y número de registro expuesto en el Anexo N.

Con base en los resultados de la VT y los criterios presentados en la Tabla 11, se señala las siguientes alternativas tecnológicas como las más llamativas para la torta de palmiste: la torrefacción-peletización, la homogenización-granulación y la pirólisis. La primera, descrita también como alternativa para la fibra de la fruta, se presenta esencialmente como una alternativa eficiente para la sustitución de combustibles sólidos que conlleven a reducir el impacto ambiental generado por otros combustibles. Asimismo, esta alternativa conlleva a mejorar el almacenamiento y transporte del subproducto gracias a la reducción de descomposición, y el aumento en la capacidad hidrofóbica del material.

La elaboración de suplementos alimenticios a partir de la torta de palmiste se presenta como una valiosa opción para la industria agropecuaria, ya que estos son fuente de energía, fibra y proteína, nutrientes esenciales en la alimentación de pollos de engorde, rumiantes y cerdos, hecho observable en la información recolectada de este estudio. Además, esta tecnología presenta una ventaja competitiva en la industria del aceite de palma si es complementada con un sistema de integrado cultivo-animales, ya que contribuye en la valorización y mejoría productiva para ambas industrias. Sin embargo, la torta presenta un riesgo de envenenamiento si sobrepasa un porcentaje de ración específico según el animal al que se le proporciona el suplemento, por lo que se debe planificar diferentes variables, tales como: el período de suministro en función del balance de la dieta y de los nutrientes que pueden limitar la productividad de los animales (energía, proteína, Ca, P, etc); así como también contemplar la disponibilidad en el tiempo del alimento durante el período que se pretende usar, su conservación, transporte y forma de suministro.

Por último, la pirólisis es una tecnología llamativa, ya que los productos que genera tienen varias utilidades energéticas, y se presenta como una vía para continuar en el camino al desarrollo sostenible y la emisión neutra de carbono planteado por la comunidad científica.

Tabla 11. Matriz de alternativas tecnológicas para la torta de palmiste.

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A / TRL -B	
Artículos					
73	La biomasa de palma aceitera como potencial de sustitución de materias primas para biomasa comercial Producción de briquetas. (Nasrin et all, 2008).	Peletización/ Densificación	Briquetas	8	1
40	Hidrólisis enzimática y fermentación de la torta de palmiste para la producción de bioetanol. (Cervero et all, 2010).	Hidrólisis enzimática	Bioetanol	4	1
		Fermentación			
34	Pirólisis y combustión de cascarillas de palma de aceite y torta de palmiste en reactores de lecho fijo. (Razuan et all, 2010).	Pirólisis	Gas de síntesis	4	5
			Biocarbón	6	
			Biocombustible liquido (bioaceite)	6	
32	Pirólisis rápida de la torta de palmiste usando un reactor de lecho fluidizado: diseño del experimento y características del biocombustible. (Ngo, Kim & Kim, 2013).	Pirólisis	Gas de síntesis	4	1
			Biocarbón	6	
			Biocombustible liquido (bioaceite)	6	

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A / TRL -B	
31	Producción de combustible peletizado de torta de palmiste. (Razuan et all, 2011).	Peletización	Pellets	8	4
			Briquetas	8	
30	Producción de etanol y suplemento alimenticio mediante hidrólisis de alta materia seca y fermentación de la torta de palmiste. (Jørgensen et all, 2010).	Hidrólisis enzimática	Bioetanol	4	4
		Fermentación	Suplemento alimenticio	4	
22	Producción de butanol por Clostridium saccharoper-butylaceticum N1-4 de la torta de palmiste por medio de fermentación de acetona-butanol-etanol utilizando un modelo empírico. (Shukor et all, 2014).	Fermentación	Biocombustible	-	2
Patentes					
A01K	Proceso para preparar un lecho absorbente para la eliminación de residuos animales. Grain Processing Corp. (US) WO2007146623A3	-	-	-	8

N° de citación/ CIP	Documento	Alternativa tecnológica	Producto	TRL -A / TRL -B	
A23K	Procedimiento y preparación de alimento para pato a partir de torta de palmiste. Tongwei Co. Ltd. (CN). CN102038113B	Homogenización y granulación	Piensos	4	8
C12P	Obtención de manosa contenida en la torta de palmiste. Fuji Oil Co Ltd. (JP). WO02081724A1	Hidrólisis enzimática	Biocompuestos	5	7

4. CONCLUSIONES

La actividad científica relacionada con la fibra de fruta está orientado a las áreas de la ingeniería química, las ciencias ambientales y la energía, donde la mayor parte de los trabajos se han desarrollado en el continente asiático, específicamente en Malasia con la Universidad Tecnológica Petronas y la Universidad Tecnológica MARA, y en Japón en la Universidad de Kumamoto y en el Instituto Nacional de Tecnología y Ciencia Industrial Avanzada.

Las principales áreas de investigación para la torta de palmiste se concentran en las ciencias agrícolas y biológicas, la bioquímica y las ciencias ambientales, donde al igual que en la fibra la mayor parte de los trabajos se han desarrollado en el continente asiático, liderando Malasia con la Universidad Putra Malasia y la Universidad Nacional de Malasia y en Indonesia en la Universidad de Andalas.

Aunque Malasia e Indonesia son los líderes en la producción de aceite de palma, estos dos países no lideran las solicitudes y los registros de patentes para el aprovechamiento de la biomasa residual de este proceso, donde los países que cuentan con mayor desarrollo tecnológico y económico son China, Estados Unidos y Japón.

Las aplicaciones tecnológicas más prometedoras para potenciar el valor agregado de la fibra de fruta son: la peletización de material torrefactado, la densificación y la pirólisis. La primera tecnología permite optimizar las propiedades del subproducto para su uso como combustible sólido renovable. De la segunda tecnología se obtienen ecoproductos que son materiales sintéticos de baja densidad, rígidos y resistentes, que son principalmente usados en construcción y, en tercer lugar, la

pirólisis para la generación de diferentes productos combustibles líquidos (bioaceite), gaseosos (gas de síntesis) y sólidos (biocarbón).

Las aplicaciones tecnológicas más prometedoras para potenciar el valor agregado de la torta de palmiste son: peletización de material torrefactado, pirólisis, y homogenización-granulación para la elaboración de piensos, donde las dos primeras tecnologías, descritas previamente, son ventajosas debido a su potencial para la generación de energía. La elaboración de piensos permite obtener mezcla de subproductos de varias fuentes que dan enriquecimiento nutricional al alimento como suplemento para animales. Sin embargo, la torta presenta un riesgo de envenenamiento si sobrepasa un porcentaje de ración específico según el animal al que se le proporciona el suplemento, por lo que se debe planificar diferentes variables para que sus resultados sean favorables.

Actualmente, en Colombia hay iniciativa en la implementación de diferentes estudios tecnológicos que le permitan dar un valor agregado y a su vez diversificar el mercado de los subproductos del proceso de aceite de palma. Sin embargo, no ocupa un buen lugar internacionalmente en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, debido a la desarticulación entre las colaboraciones de las entidades nacionales e internacionales. Así mismo, para la solicitud de patentes no se encontró información significativa, ya que las aplicaciones existentes en la Superintendencia de Industria y Comercio fueron negadas. Por lo tanto, se presenta la oportunidad de la promoción de proyectos para la fabricación de nuevos métodos, procesos, equipos o productos para la industria.

5. RECOMENDACIONES

Para tener un mayor grado de certeza en cuanto a la eficiencia de los procesos seleccionados para la fibra de fruta y la torta de palmiste se recomienda la realización de pruebas experimentales a escala piloto, donde se obtengan datos que puedan corroborar la caracterización de los productos, la eficiencia de los procesos y de los que se pueda optimizar sus condiciones de operación.

Se recomienda realizar los estudios de factibilidad económica de las tecnologías requeridas para el aprovechamiento de la fibra de fruta y la torta de palmiste, con el objetivo de conocer las características actuales del mercado, y determinar cuál de las alternativas es más factible y cuáles productos son los más competitivos en el mercado.

Es importante establecer nuevas alianzas entre el sector productivo, entes gubernamentales y las universidades, para promover el avance en investigación, desarrollo e innovación, y mejorar la posición de las compañías en el mercado internacional.

En el presente estudio, se tuvo la oportunidad de contar con un estudio bromatológico de la torta de palmiste, para observar las propiedades nutricionales de ésta. Sin embargo, se hace necesario una caracterización completa fisicoquímica, biológica y química, tanto para la fibra como la torta, y así poder diagnosticar las condiciones de calidad de los subproductos y su potencial con las alternativas detectadas.

BIBLIOGRAFÍA

A, GRAY KEVIN, ZHAO LISHAN, and CAYOUEE MICHELLE. 2007. CELLULOLYTIC ENZYMES, NUCLEIC ACIDS ENCODING THEM AND METHODS FOR MAKING AND USING THEM. WO2007094852A2, issued 2007.

ABBAS, HASSAN, and BORSINGER GREGORY. 2004. AQUEOUS WAX EMULSIONS AND THEIR COATING APLICATIONS. WO2004083310A1, issued 2004.

ABDESHAHIAN, P., N. SAMAT, and W. M Wan YUSOFF. 2010. "Utilization of Palm Kernel Cake for Production Of-Glucosidase by *Aspergillus Niger* FTCC 5003 in Solid Substrate Fermentation Using an Aerated Column Bioreactor." *Biotechnology* 9 (1): 17–24. <https://doi.org/10.3923/biotech.2010.17.24>.

ABDESHAHIAN, Peyman, Noraini SAMAT, Aidil Abdul HAMID, and Wan Mohtar Wan YUSOFF. 2011. "Solid Substrate Fermentation for Cellulase Production Using Palm Kernel Cake as a Renewable Lignocellulosic Source in Packed-Bed Bioreactor." *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 16 (2): 238–44. <https://doi.org/10.1007/s12257-010-0320-8>.

ABDULLAH, Akmar, and Ramli ZUBAIDAH. 2014. CONSTRUÇÕES COMPREENDENDO ÁCIDOS NUCLEICOS ISOLADOS QUE ESTIMULAM SELETIVAMENTE A EXPRESSÃO NO MESOCARPO E NAS FOLHAS, VETORES COMPREENDENDO AS MESMAS, BEM COMO PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE UM PRODUTO OLEOSO. BR0204366B1, issued 2014.

ABDULLAH, N., and F. SULAIM. 2013. "The Oil Palm Wastes in Malaysia." In *Biomass Now - Sustainable Growth and Use*, 75–100. Intech Open. <https://doi.org/10.5772/55302>.

ABDULLAH, Ramli. 2011. "World Palm Oil Supply , Demand , Price and Prospects: Focus on Malaysian and Indonesian Palm Oil Industries." *Oil Palm Industry Economic Journal* 11 (2): 13–25.

ABIDAH, M. N., and W. M. WAN NOORAIDA. 2017. "Growth Performance and Carcass Analysis of Broilers Fed with Enhanced Quality Palm Kernel Meal." *International Journal of Poultry Science* 16 (6): 215–20. <https://doi.org/10.3923/ijps.2017.215.220>.

ABNISA, Faisal, Arash AARAMI NIYA, W. M A Wan DAUD, and J. N. SAHU. 2013. "Characterization of Bio-Oil and Bio-Char from Pyrolysis of Palm Oil Wastes." *Bioenergy Research* 6 (2): 830–40. <https://doi.org/10.1007/s12155-013-9313-8>.

ABUBAKR, A. R., A. R. ALIMON, H. YAAKUB, N. ABDULLAH, and M. IVAN. 2013. "Digestibility, Rumen Protozoa, and Ruminal Fermentation in Goats Receiving Dietary Palm Oil by-Products." *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 12 (2): 147–54. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2012.11.002>.

ABUBAKR, A. R., A. R. ALIMON, H. YAAKUB, N. ABDULLAH, and M. IVAN. 2013. "Growth, Nitrogen Metabolism and Carcass Composition of Goats Fed Palm Oil by-Products." *Small Ruminant Research* 112 (1–3): 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.003>.

ABUBAKR, Abdelrahim, Abdul Razak ALIMON, Halimatun YAAKUB, Norhani ABDULLAH, and Michael IVAN. 2014. "Effect of Feeding Palm Oil By-Products Based Diets on Total Bacteria, Cellulolytic Bacteria and Methanogenic Archaea in the Rumen of Goats." *PLoS ONE* 9 (4): 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095713>.

ABUBAKR, Abdelrahim, Abdul Razak ALIMON, Halimatun YAAKUB, Norhani ABDULLAH, and Michael IVAN. 2015. "Effect of Feeding Palm Oil By-Products Based Diets on Muscle Fatty Acid Composition in Goats." *PLoS ONE* 10 (3): 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119756>.

ACHARYA, Bimal. 2013. "Torrefaction and Pelletization of Different Forms of Biomass of Ontario."

ADIO, Olayinka Quadri, Sarafdeen Olateju KAREEM, Michael Bamitale OSHO, and Adebukola Mobolaji OMEMU. 2015. "Production of Lipases in Solid-State Fermentation by *Aspergillus Niger* F7-02 with Agricultural Residues." *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 04 (06): 509–12. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.6.509-512>.

ADRIZAL, A., Y. YUSRIZAL, S. FAKHRI, W. HARIS, E. ALI, and C. R. ANGEL. 2011. "Feeding Native Laying Hens Diets Containing Palm Kernel Meal with or without Enzyme Supplementations: 1. Feed Conversion Ratio and Egg Production." *Journal of Applied Poultry Research* 20 (1): 40–49. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00196>.

AFOLABI, K. D., A. O. AKINSOYINU, A. B. OMOJOLA, and O. A. ABU. 2012. "The Performance and Egg Quality Traits of Nigerian Local Hens Fed Varying Dietary Levels of Palm Kernel Cake with Added Palm Oil." *Journal of Applied Poultry Research* 21 (3): 588–94. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3382/japr.2011-00493>.

Ahadiyah, Yuniza, Tertia Delia NOVA, Wingki Ari ANGGA, ANNISA, and Yose RIZAL. 2016. "Effects of the Combinations of Cassava Leaf Meal and Palm Kernel Cake Mixture Fermented by *Bacillus Amyloliquefaciens* on the Alteration of Their Dry Matter, Crude Protein, Crude Fiber and Crude Lipid Contents." *Pakistan Journal of Nutrition* 15 (12): 1049–54. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.1049.1054>.

AHIRWAR, Saroj, Hemant SONI, Hemant Kumar RAWAT, Bhanu Pratap PRAJAPATI, and Naveen KANGO. 2016. "Experimental Design of Response Surface Methodology Used for Utilisation of Palm Kernel Cake as Solid Substrate for Optimised Production of Fungal Mannanase." *Mycology* 7 (3): 143–53. <https://doi.org/10.1080/21501203.2016.1229697>.

AHIRWAR, Saroj, Hemant SONI, Hemant Kumar RAWAT, Bhanu Pratap PRAJAPATI, and Naveen KANGO. 2016. "Experimental Design of Response

Surface Methodology Used for Utilisation of Palm Kernel Cake as Solid Substrate for Optimised Production of Fungal Mannanase.” *Mycology* 7 (3): 143–53. <https://doi.org/10.1080/21501203.2016.1229697>.

AHN, Yongjun, Sang Hyun LEE, Hyung Joo KIM, Yung-Hun YANG, Joo Hyung HONG, Young-Hoo KIM, and Hyungsup KIM. 2012. “Electrospinning of Lignocellulosic Biomass Using Ionic Liquid.” *Carbohydrate Polymers* 88 (1): 395–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.12.016>.

AKIHITO, Goto, Koyama NAOYUKI, Kofune MIKA, and Kikuchi IKUKO. 2012. MANUFACTURING METHOD OF LIGNIN, LIGNIN AND MANUFACTURING METHOD OF OIL AND FAT. JP2012141900A, issued 2012.

AKINRINOLA, Femi S., Leilani I. DARVELL, Jenny M. JONES, Alan WILLIAMS, and Joseph A. FUWAPE. 2014. “Characterization of Selected Nigerian Biomass for Combustion and Pyrolysis Applications.” *Energy and Fuels* 28 (6): 3821–32. <https://doi.org/10.1021/ef500278e>.

AKINYEYE, Richard Odunayo, Emmanuel I ADEYEYE, Olayinka FASAKIN, Adedunke AGBOOLA, and Ado EKITI. 2011. “Physico-Chemical Properties and Anti-Nutritional Factors of Palm Fruit Products (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Form Ekiti State Nigeria.” *EJEAFChe* 10 (5): 2190–98.

AKITA, INOUE, KATAOKA AKIKO, and MUKOGASA YURI. 2016. BOTTLED BEVERAGE. JP2016165251A, issued 2016.

AKMAR, Abdullah Siti Nor, Ramli ZUBAIDAH, Siti Nor Akmar Abdullah, and Zubaidah Ramli. n.d. REGULATORY SEQUENCES FOR REGULATION OF GENE EXPRESSION IN PLANTS AND OTHER ORGANISMS, AND COMPOSITIONS, PRODUCTS AND METHODS RELATED THERETO. US11720079.

ALETOR, O., and A. OJELABI. 2007. “Comparative Evaluation of the Nutritive and Functional Attributes of Some Traditional Nigerian Snacks and Oil Seed Cakes.” *Pakistan Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3923/pjn.2007.99.103>.

ALI, Norizan, Yoshimitsu UEMURA, Hafizah AHMAD AFIF, Noridah B. OSMAN, Wissam N. OMAR, Bawadi ABDULLAH, and Toshio TSUTSUI. 2013. "Effect of Operating Conditions and Fractional Condensation on Pyrolytic Products." *Nihon Enerugi Gakkaishi/Journal of the Japan Institute of Energy*. <https://doi.org/10.3775/jie.92.1014>.

ALIMON, A. R., M. IVAN, and S. JALALUDIN. 2011. "Effects of Different Levels of Dietary Sulfur and Molybdenum on Concentrations of Copper and Other Elements in Plasma and Liver of Lambs Fed Palm Kernel Cake Diets." *British Journal of Nutrition* 106 (8): 1224–30. <https://doi.org/10.1017/S0007114511001462>.

AL-TABIB, Abdualati Ibrahim, Najeeb Kaid Nasser AL-SHORGANI, Hassimi Abu HASSAN, Aidil Abdul HAMID, and Mohd Sahaid KALIL. 2017. "Production of Acetone, Butanol, and Ethanol (ABE) by *Clostridium Acetobutylicum* YM1 from Pretreated Palm Kernel Cake in Batch Culture Fermentation." *BioResources* 12 (2): 3371–86. <https://doi.org/10.15376/biores.12.2.3371-3386>.

ANHUI, Zhu, and Ma HONGZHANG. 2015. WATERPROOF, CORROSION-RESISTANT AND HEALTH-CARE FIBER COMPOSITE BOARD AND MANUFACTURING METHOD THEREOF. CN201510453099A, issued 2015.

ANI, F.N. 2016. "Sustainable Biofuels and Other Related Bio-Products from Palm Cultivations." *MATEC Web of Conferences* 77: 1–4. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20167711005>.

ANTONIOUS, Komang G. WIRYAWAN, Amlius THALIB, and Anuraga JAYANEGARA. 2015. "Digestibility and Methane Emission of Ration Based on Oil Palm by Products Supplemented with Probiotics and Banana Stem: An in Vitro Study." *Pakistan Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3923/pjn.2015.37.43>.

ANUSHA, Nair C., Mohd Y. HIRZUN, Md S. UMIKALSOM, Tau C. LING, and Arbakariya B. ARIFF. 2017. "Comparative Study on Lipase Production Using Solid State and Submerged Fermentation Systems by Several Fungal Strains and the

Predicted Molecular Characteristics.” *Minerva Biotecnologica* 29 (2): 53–61.
<https://doi.org/10.23736/S1120-4826.16.01793-6>.

ARANGO ALZATE, Bibiana, Lida TAMAYO GIRALDO, and Alejandra FADUL BARBOSA. 2012. “Vigilancia Tecnológica: Metodologías y Aplicaciones Technological.” *Revista Gestión de Las Personas y Tecnología*, no. 13: 150–58.
<http://www.revistagpt.usach.cl/sites/revistagpt.usach.cl/files/paginas/gpt13.pdf>.

ARIEF, Novirman JAMARUN, and M. WINUGROHO. 2011. “The Effects of Using Variety of by Products Palm Industry on Ration towards the Characteristics Rumen Fluid of Ettawa Goat According to in Vitro Analysis.” *Pakistan Journal of Nutrition*.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2011.625.630>.

ARIFIN, B., A. BONO, Y. Y. FARM, A. L.L. LING, and S. Y. FUI. 2009. “Protein Extraction from Palm Kernel Meal.” *Journal of Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3923/jas.2009.2996.3004>.

ARRIETA, F. R P, F. N. TEIXEIRA, E. LORA, and E. CASTILLO. 2007. “Cogeneration Potential in the Columbian Palm Oil Industry: Three Case Studies.” *Biomass and Bioenergy* 31 (7): 503–11.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.01.016>.

ASADIERAGHI, Masoud, and Wan Mohd Ashri Wan DAUD. 2015. “In-Depth Investigation on Thermochemical Characteristics of Palm Oil Biomasses as Potential Biofuel Sources.” *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 115 (May): 379–91.
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.08.017>.

ASHARA, Pengnoo, Leowarin WANNA, Koedsub NISAKORN, and Kanjanamaneesathian MANA. 2002. “Nitrogen Mineralization in Soil Amended with Mesocarp Fiber of Oil Palm and Other Wastes: A Greenhouse Study.” *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 24 (1): 1–8.
<http://rdo.psu.ac.th/sjstweb/journal/24-1/01.pdf>.

ASRI, Farah, Jinap SELAMAT, and Rashidah SUKOR. 2017. "Electrochemical Immunosensor for the Detection of Aflatoxin B1 in Palm Kernel Cake and Feed Samples." *Sensors* 17 (12): 2776. <https://doi.org/10.3390/s17122776>.

AZEVEDO, Rafael Vieira de, William Cristiane Teles TONINI, and e. Luís Gustavo Tavares BRAGA. 2013. "Óleo E Torta De Dendê Em Rações Para Juvenis De Tilápia-Do-Nilo." *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 48 (8): 1028–34. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800031>.

AZIZ, Muafah A., Khalik M. SABIL, Yoshimitsu UEMURA, and Lukman ISMAIL. 2012. "A Study on Torrefaction of Oil Palm Biomass." *Journal of Applied Sciences* 12 (11): 1130–35. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.1130.1135>.

AZIZ, Muafah Abd, Yoshimitsu UEMURA, and Khalik M. SABIL. 2011. "Characterization of Oil Palm Biomass as Feed for Torrefaction Process." *2011 National Postgraduate Conference - Energy and Sustainability: Exploring the Innovative Minds, NPC 2011*, no. c: 1–6. <https://doi.org/10.1109/NatPC.2011.6136260>.

B, YAACOB KARIM. 2007. METHOD FOR PRODUCING MYO-INOSITOL FROM PALM KERNEL PELLETT. MY128648A, issued 2007.

BASU, Prabir. 2013. "Biomass Cofiring and Torrefaction." *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction*, 353–73. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396488-5.00010-1>.

BEATTY, Susannah. 2015. "Analyze Thousands of Search Results in Less than a Minute." Scopus. 2015. <https://blog.scopus.com/posts/analyze-thousands-of-search-results-in-less-than-a-minute>.

BELLO K. M. 2011. "Response of Cockerels to Graded Levels of Local and Industrially Processed Palm Kernel Meal (Elaise Guineasis)." *African Journal of Agricultural Reseearch* 6 (27): 5934–39. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1259>.

BHAT, Sartaj Ahmad, Sharanpreet SINGH, Jaswinder SINGH, Sunil KUMAR, and Adarsh Pal VIG. 2018. "Bioremediation and Detoxification of Industrial Wastes by Earthworms: Vermicompost as Powerful Crop Nutrient in Sustainable Agriculture." *Bioresource Technology* 252 (December 2017): 172–79. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.003>.

BIAN, Jing. 2010. HIGH-YIELD CLEAN PULPING METHOD FROM OIL PALM EFB (EMPTY FRUIT BUNCH) FIBER THROUGH BIOLOGICAL ENZYME PROCESS. CN201010265692A, issued 2010.

BIN, Ramili Ridzuan, Wahid Mohd Basri BIN, Bakar Nasrin Bin ABU, Halim Robaya MOHAMED, and Menon Ravindranathan NARAYANA. 2008. SOUND DEADENER MELT PAD COMPOSITION. US27526108A, issued 2008.

BING, Yong, Zheng HONG, and Chen FENG. 2012. ENVIRONMENT-FRIENDLY AND ENERGY-SAVING TYPE OIL BATH AIR CLEANER. CN201220433807U, issued 2012.

BOATENG, M., D. B. OKAI, J. BAAH, and A. DONKOH. 2008. "Palm Kernel Cake Extraction and Utilisation in Pig and Poultry Diets in Ghana." *Livestock Research for Rural Development* 20 (7): 2017.

BONO, A., Y. Y. FARM, D. KRISHNAIAH, N. M. ISMAIL, L. Y K YEE, and L. M. LEE. 2010. "Palm Kernel Based Wood Adhesive." *Journal of Applied Sciences* 10 (21): 2638–42. <https://doi.org/10.3923/jas.2010.2638.2642>.

BONO, A, N MAIZURA, S.M. ANISUZZAMAN, S. SAALAH, and H.K. CHIW. 2011. "The Performance of Melamine–Urea–Formaldehyde Resin with Palm Kernel as Filler." *Advanced Materials Research* 3–10 (2011): 233–35.

BRICEÑO ÁLVAREZ, Ivonne VALENCIA, Concha Cristina, and Mauricio JAIME POSSO. 2015. "Potencial de Generación de Energía de La Agroindustria de La Palma de Aceite En Colombia Potential Power Generation of Oil Palm Agribusiness

in Colombia.” *Revista Palmas* 36 (3): 43–53.
<http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/11575/11567>.

BRIDGWATER, A. V. 2012. “Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading.” *Biomass and Bioenergy* 38: 68–94.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.048>.

BRINCHI, L, F COTANA, E FORTUNATI, and J M KENNY. 2013. “Production of Nanocrystalline Cellulose from Lignocellulosic Biomass: Technology and Applications.” *Carbohydrate Polymers* 94 (1): 154–69.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.033>.

BRITO, Philipe Luan, Crisley Mara DE AZEVEDO FERREIRA, André Felipe Ferreira SILVA, Lílian De Araújo PANTOJA, David Lee NELSON, and Alexandre Soares DOS SANTOS. 2017. “Hydrolysis, Detoxification and Alcoholic Fermentation of Hemicellulose Fraction from Palm Press Fiber.” *Waste and Biomass Valorization* 9 (6): 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-9882-4>.

BUTAMAX ADVANCED BIOFUELS. n.d. “About Butamax.” Accessed December 12, 2017. <http://www.butamax.com/biofuel-company.aspx>.

CAMILETTI, Justin. 2016. “Estudio Del Vermicompostaje de Compost de Residuos Orgánicos de Distinta Naturaleza.” [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM Camiletti Morales%2C Justin.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM_Camiletti_Morales%2C_Justin.pdf).

CAMPOS, Adriana de, Alfredo R.de SENA NETO, Vanessa B. RODRIGUES, Bruno R. LUQUESI, Francys K.V. MOREIRA, Ana Carolina CORREA, Luiz H.C. MATTOSO, and José M. MARCONCINI. 2017. “Bionanocomposites Produced from Cassava Starch and Oil Palm Mesocarp Cellulose Nanowhiskers.” *Carbohydrate Polymers* 175: 330–36. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.080>.

CANADAGARZON. 2014. "CEBA DE GANADO CON TORTA DE PALMISTE." 2014. <https://canadagarzon.wordpress.com/2014/10/14/ceba-de-ganado-con-torta-de-palmiste/>.

CAÑEDO ANDALIA, Rubén, Roberto RODRÍGUEZ LABRADA, and Marilis CASTELLLS MONTEJO. 2010. "Scopus: La Mayor Base de Datos de Literatura Científica Arbitrada Al Alcance de Los Países Subdesarrollados." *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud* 21 (3). <http://www.acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/14/45>.

CÁRDENAS M., Mónica M., Edgar Eduardo YANEZ A., and Jesús Alberto GARCÍA N. 2010. "Generación y Uso de Biomasa En Plantas de Beneficio de Palma de Aceite En Colombia." *Revista Palmas* 31 (2): 41–48.

CARRANZA, E.M GORDILLO, G DURAN, J.J. 2018. "Gasification of Oil-Palm Fiber Using Pure Oxygen , Pure Steam , and Oxygen-Steam Mixtures as Oxidizing Agent," no. May: 26160. <https://doi.org/10.1115/GT2014-26160>.

CASTA, Tania Galindo, and Mauricio ROMERO. n.d. "Compostaje de Subproductos de La Agroindustria de Palma de Aceite En Colombia: Estado Del Arte y Perspectivas de Investigación," no. 31.

CASTELLS, Xavier E., and Enric VELO. 2012. "La Pirolisis." In *Nuevas Tecnologías Para El Tratamiento y Conversión Energética de Residuos*, 7–72. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouissp/reader.action?docID=3201661&query=pirolisis#>.

CEPEDA, Edgar. 2010. Experiencias de una unidad de servicio al proveedor, para mejorar la productividad, reducir costos y consolidar núcleos palmeros. *Palmas Del Cesar S.A.*, issued 2010.

CERVERÓ, José María, Pernille Anastasia SKOVGAARD, Claus FELBY, Hanne Risbjerg SØRENSEN, and Henning JØRGENSEN. 2010. "Enzymatic Hydrolysis and Fermentation of Palm Kernel Press Cake for Production of Bioethanol." *Enzyme*

and Microbial Technology 46 (3–4): 177–84.
<https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.10.012>.

CHAN, Yi Heng, Suzana YUSUP, Armando T. QUITAIN, Raymond R. TAN, Mitsuru SASAKI, Hon Loong LAM, and Yoshimitsu UEMURA. 2015. “Effect of Process Parameters on Hydrothermal Liquefaction of Oil Palm Biomass for Bio-Oil Production and Its Life Cycle Assessment.” *Energy Conversion and Management* 104 (May): 180–88. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.03.075>.

CHAN, Yi Heng, Suzana YUSUP, Armando T. QUITAIN, Yoshimitsu UEMURA, and Mitsuru SASAKI. 2014. “Bio-Oil Production from Oil Palm Biomass via Subcritical and Supercritical Hydrothermal Liquefaction.” *Journal of Supercritical Fluids* 95 (May): 407–12. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.10.014>.

CHANDRASEKARAN, M., and K. SHI. 2012. “Oil Seeds.” In *Valorization of Food Processing By-Products*, 1st ed., 836.

CHANG, Sui Kiat, Amin ISMAIL, Teruyoshi YANAGITA, Norhaizan Mohd ESA, and Mohamad Taufik Hidayat BAHARULDIN. 2014. “Biochemical Characterisation of the Soluble Proteins, Protein Isolates and Hydrolysates from Oil Palm (*Elaeis Guineensis*) Kernel.” *Food Bioscience* 7 (May): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.05.003>.

CHEE, Kah Leong, and Mohd Khan AYOB. 2013. “Optimization of Hexametaphosphate-Assisted Extraction and Functional Characterization of Palm Kernel Cake Protein.” *Food Science and Technology International* 19 (2): 109–22. <https://doi.org/10.1177/1082013212442185>.

CHEIRSILP, Benjamas, and Suleeporn KITCHA. 2015. “Solid State Fermentation by Cellulolytic Oleaginous Fungi for Direct Conversion of Lignocellulosic Biomass into Lipids: Fed-Batch and Repeated-Batch Fermentations.” *Industrial Crops and Products* 66 (May): 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.035>.

CHEN, Chen. 2015. PREPARATION METHOD OF PREFABRICATED PALM FIBER MATERIAL FOR COTTON/PALM FIBER BLENDING. CN201510087160A, issued 2015.

CHENG, Huat Dato'goh. 2001. METHODOLOGY AND APPARATUS FOR PRODUCTION OF BIO-COAL. MYPI2011700191A, issued 2001.

CHENG, Tan Soon. 2006. SUBSTANCE EMITTING PRODUCT. SG2006000098W, issued 2006.

CHINA STEEL CORPORATION. n.d. "CSC Profile." Accessed November 16, 2017. http://www.csc.com.tw/csc_e/ch/ch.html.

CHIU, Kam Lau. 2012. BOARD MADE FROM OIL PALM FIBER AND MAGNESIUM OXIDE AND THE MANUFACTURE PROCESS THEREOF. AU2012201614A, issued 2012.

CHONG, C. H., I. ZULKIFLI, and R. BLAIR. 2008. "Effects of Dietary Inclusion of Palm Kernel Cake and Palm Oil, and Enzyme Supplementation on Performance of Laying Hens." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21 (7): 1053–58. <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70581>.

CORNELL, UNIVERSIDAD, INSEAD, and OMPI. 2015. "Global Innovation Index Rankings." Vol. 1. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

CORREIA, B. R., R. L. OLIVEIRA, S. M.P.L. JAEGER, A. R. BAGALDO, G. G.P. CARVALHO, G. J.C. OLIVEIRA, F. H.S. LIMA, and P. A. OLIVEIRA. 2011. "Intake, Digestibility and Ruminant PH of Steers Fed Diets with Pies Coming from the Production from Biodiesel to Replacement Soybean Meal." *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 63 (2): 356–63.

DAHLQUIST, Erik. 2013. *Technologies for Converting Biomass to Useful Energy*. CRC Press Taylor & Francis Group.

DAHUI, Niu. 2014. PART CLEANING DEVICE FOR AUTOMOBILE MAINTENANCE. CN201420083199U, issued 2014.

DAUD, D., A. Abd RAHMAN, and A.H. H. SHAMSUDDIN. 2016. "Devolatilization Studies of Oil Palm Biomass for Torrefaction Process through Scanning Electron Microscopy." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 32 (1): 012072. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/32/1/012072>.

GRANDA ORIVE, José Ignacio DE, Adolfo ALONOSO ARROYO, Francisco GARCÍA RÍO, Segismundo SOLANO REINA, Carlos Andrés JIMÉNEZ RUIZ, and Rafael ALEIXANDRE BENAVENT. 2013. "Ciertas Ventajas de Scopus Sobre Web of Science En Un Análisis Bibliométrico Sobre Tabaquismo." *Revista Española de Documentación Científica* 36 (2). <https://doi.org/10.3989/redc.2013.2.941>.

OLIVEIRA, Davi Rabelo DE, Izabel de Menezes NOGUEIRA, Francisco Jonas Nogueira MAIA, Morsyleide Freitas ROSA, Mazzett Olma Elaine, and Diego LOMONACO. 2017. "Ecofriendly Modification of Acetosolv Lignin from Oil Palm Biomass for Improvement of PMMA Thermo-Oxidative Properties." *Journal of Applied Polymer Science* 134 (46): 45498. <https://doi.org/10.1002/app.45498>.

DEB, Ratul, and Abdul Baquee AHMED. 2016. "Pellets and Pelletization Techniques: A Critical Review." *International Research Journal of Pharmacy* 4 (4): 90–95. <https://doi.org/10.7897/2230-8407.04414>.

DELGADO, Mercedes, Marta INFANTE, Yoel ABREU, Beatriz GARCÍA, Olga INFANTE, and Antonio DÍAZ. 2010. "Metodología de Vigilancia Tecnológica En Universidades y Centros de Investigación." *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* 41: 1–13. www.redalyc.org/pdf/1812/181220509076.pdf.

DEMIREL, C., A. KABUTEY, D. HERAK, and G. A.K. GURDIL. 2017. "Numerical Estimation of Deformation Energy of Selected Bulk Oilseeds in Compression Loading." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 237 (1): 12004. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/237/1/012004>.

DENG, HUABIAO. 2012. DONGPO ONE BITE CRISP CAKE AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN102630720A, issued 2012.

DENGYU, Chen. 2015. PINEAPPLE LEAF FIBER COMPOSITE LAMPBLACK AIR FILTRATION MATERIAL AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201510457138A, issued 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). 2004. "Perfil Sectorial: Oleaginosas, Aceites y Grasas." *Cadenas Productivas: Estructura, Comercio Internacional y Protección*, 59–79.

DEVENDRA, C. 2009. "Intensification of Integrated Oil Palm-Ruminant Systems. Enhancing Increased Productivity and Sustainability in South-East Asia." *Outlook on Agriculture* 38 (1): 71–81. <https://doi.org/10.5367/000000009787762734>.

DR, May Choo Yuen, Nang Harrison Lau LIK, Ngan Ma ah DR, and Basiron Datuk YUSOF. 2005. A METHOD FOR SIMULTANEOUS EXTRACTION AND REFINING OF PALM OIL. MYPI20053389A, issued 2005.

DR, Subramaniam Vijaya, Menon Ravindranathan, and Abdullah Helmi SIN. 2010. A PROCESS AND AN APPARATUS FOR EXTRACTING RESIDUAL OIL FROM PALM PRESSED MESOCARP FIBRE. MYPI2010004885A, issued 2010.

EDUFUL, George, Joseph Ekow COLE, and F. M. TETTEH. 2009. "Palm Kernel Oil Cake as an Alternative to Earth Resistance-Reducing Agent." *2009 IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition, PSCE 2009*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/PSCE.2009.4840017>.

ELGHARBAWY, Amal A., Md Z. ALAM, and Hamzah M. SALLEH. 2014. "Statistical Screening and Optimization of Factors That Influence Lipase Production from Palm Kernel Cake Using *Candida Cylindracea* in Solid-State Bioconversion." *Journal of Pure and Applied Microbiology* 8 (SPEC. ISS. 1): 691–705.

ELGHARBAWY, Amal A., Md Zahangir ALAM, and Hamzah Mohd SALLEH. 2016. "Characterization of Low-Cost Lipase by Solid-State Fermentation of Palm Kernel Cake Using *Candida Cylindracea*." *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences* 11 (1): 319–26.

EMBRANDIRI, Asha, Rajeev P. SINGH, Hakimi M. IBRAHIM, and Azhani A. RAMLI. 2012. "Land Application of Biomass Residue Generated from Palm Oil Processing: Its Potential Benefits and Threats." *Environmentalist* 32 (1): 111–17. <https://doi.org/10.1007/s10669-011-9367-0>.

ENSHASY, Hesham El, and Mariani ABDEL. n.d. "Palm Oil Process, Characterization, and Applications." In , 129–56.

ERNI, Devy. 2016. "Japan Turns to Palm Oil Byproducts as Alternative Energy Source." *Tempo.Co*, 2016. <https://en.tempco.co/read/news/2016/04/08/055760973/Japan-Turns-to-Palm-Oil-Byproducts-as-Alternative-Energy-Source>.

ESPACENET. 2017. "Latipat-Espacenet." 2017. https://lp.espacenet.com/help?locale=es_LP&method=handleHelpTopic&topic=nested.

EZIESHI, E V, and J M OLOMU. 2007. "Nutritional Evaluation of Palm Kernel Meal Types: 1. Proximate Composition and Metabolizable Energy Values." *African Journal of Biotechnology* 6 (21): 2484–86.

FAIZAL, Hasan Mohd, Mohd Rosdzimin Abdul RAHMAN, and Z. A. LATIFF. 2016. "Review on Densification of Palm Residues as a Technique for Biomass Energy Utilization." *Journal Teknologi* 12 (002): 69–74. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9649>.

FANG, Gao. 2015. COMPOSITE WALL INSULATION MATERIAL. CN201510947918A, issued 2015.

FASELEH JAHROMI, Mohammad, Parisa SHOKRYAZDAN, Zulkifli IDRUS, Rohollah EBRAHIMI, and Juan Boo LIANG. 2017. "In Ovo and Dietary Administration of Oligosaccharides Extracted from Palm Kernel Cake Influence General Health of Pre- and Neonatal Broiler Chicks." *Plo ONE* 12 (9): 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184553>.

FEDEPALMA. 2016. "La Palma de Aceite En Colombia." <http://web.fedepalma.org/la-palma-de-aceite-en-colombia-departamentos>.

FEDEPALMA. 2002. "La Palma de Aceite: Un Producto Con Historia." *El Palmicultor*, 19–20.

FEDEPALMA. 2017. "Anuario Estadístico 2017: Principales Cifras de La Agroindustria de La Palma de Aceite En Colombia 2012-2016." <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

FEDEPALMA. n.d. "Normatividad Ambiental de La Palmicultura." <http://web.fedepalma.org/normatividad-ambiental>.

FEDEPALMA. 2017. "Informe de Gestion Fedepalma 2016." Bogotá. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/labfedepalma>.

FEDEPALMA. 2017. "Entorno Económico y Desempeño Del Sector Palmero En 2016 y Perspectivas 2017." <http://web.fedepalma.org/Entorno-economico-y-desempeno-del-sector-palmero-en-2016-y-perspectivas-2017>.

FEDEPALMA. 2018. "El Palmicultor."

FEDEPALMA. 2016. "Desempeño Del Sector Palmero Colombiano," 1–32. http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016_Desempeño_sector_2015_2016.pdf.

FEDEPALMA. 2010. "El Palmicultor." 542. Edited by Juan Fernando Lezaca Mendoza, Tatiana Pretelt De La Espriella, and Jaime González Triana. Bogotá: Fedepalma.

FEDEPALMA. 2010. "Informe de Gestion Fedepalma 2009." Bogota.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE (FEDEPALMA. 2016. "La Palma de Aceite En Colombia." 2016. <http://web.fedepalma.org/la-palma-de-aceite-en-colombia-departamentos>.

FELBY, Claus, Jan LARSEN, Henning JØRGENSEN, and Jakob VIBE-PEDERSEN. n.d. ENZYMATIC HYDROLYSIS OF BIOMASSES HAVING A HIGH DRY MATTER (DM) CONTENT.

FERASYI, Teuku Reza, Muslim AKAMAL, B. HAMDANI, Razali RAZALI, AZHARI, Sri WAHYUNI, AMIRUDDIN, et al. 2015. "Potency of Combination of Palm Kernel Meal and Katuk Leaf Powder to Improve the Production Performance of Peranakan Etawa (PE) Goat: Toward a Strategy for Quality Control of Meat Using 'CGE' Concept." *Procedia Food Science* 3: 389–95. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.043>.

FRED, Hardee, Radhakrishnan GOPINATH, Carrillo MARCO, Narasimhan DAVE, and Nelson Cheryl N. 2009. CUT, OIL & FLAME RESISTANT GLOVE AND A METHOD THEREFOR. WO2009094412A1, issued 2009.

FUADI, Farah Aimi, Siti Nor Izuera NOR-AZEMI, and Syed Shatir a. SYED-HASSAN. 2014. "Adsorption Capacity of Nickel (II) and Cobalt (II) Ions from Aqueous Solutions by Oil Palm Waste and Sawdust." *Advanced Materials Research* 911 (May): 322–25. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.911.322>.

FUJI OIL CO. Ltd. 2017. "Message from President." 2017. http://www.fujioil.co.jp/fujioil_e/greeting/index.html.

FUJIAN QUANZHOU HAISI WATERCRAFT EVALUATION CONSULTING CO. LTD. n.d. "About Us." Accessed November 16, 2017. <http://shippg.com/>.

FUTOSHI, YOKOMIZO. 2002. MANNOSE-CONTAINING PALM KERNEL MEAL. WO02081724A1, issued 2002.

FUTOSHI, Yokomizo. 2002. MANNOSE-CONTAINING PALM KERNEL MEAL. WO02081724A1, issued 2002.

FUTOSHI, Yokomizo, Ibuki MASAHISA, Ho HOTOKU, and Katayama SHIGERU. 2008. ANTI-INFLAMMATORY COMPOSITION AND AGENT, AND FOOD/DRINK AND FEED EACH CONTAINING THE SAME. JP2008007505A, issued 2008.

GÄL, Aykut, Cuma AKBAY, Celile ÖZCICEK, Remziye ÖZEL, and Aysel Ozdes AKBAY. 2007. "Expenditure Pattern for Food Away from Home Consumption in Turkey." *Journal of International Food & Agribusiness Marketing* 19 (4): 31–43. <https://doi.org/10.1300/J047v19n04>.

GARCÍA N., Jesus Alberto. 2005. "Determination of Kinetic Constants and Thermal Modeling of Pyrolysis of Palm Oil Mill Solid Wastes." Universidad del Valle.

GARCÍA NUÑEZ, Jesus Alberto, Nidia Elizabeth RAMIREZ CONTRERAS, Deisy Tatiana RODRIGUEZ, Electo SILVA LORA, Craig Stuart FREAR, Claudio STOCKLE, and Manuel GARCIA PEREZ. 2016. "Evolution of Palm Oil Mills into Bio-Refineries: Literature Review on Current and Potential Uses of Residual Biomass and Effluents." *Resources, Conservation and Recycling* 110: 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.022>.

GARCÍA NÚÑEZ, Jesús Alberto, Deisy Tatiana RODRIGUEZ, Nidia Elizabeth RARMIREZ CONTRERAS, Electo Eduardo SILVA LORA, and Manuel GARCÍA PÉREZ. 2016. "Alternativas Para Convertir Una Planta de Beneficio En Una Biorrefinería." *Revista Palmas* 37 (Especial Tomo II): 95–106.

GARCIA NUÑEZ, Jesús Alberto, Deisy Tatiana RORIGUEZ, and Elizabeth NIDIA. 2016. "Alternativas Para Convertir Un Planta de Beneficio En Una Biorrefinería" 37: 95–106.

GARCÍA PÉREZ, Manuel, and Jesus Alberto GARCÍA NUÑEZ. 2013. "Nuevos Conceptos Para Biorrefinerías de Aceite de Palma (New Concepts of Palm Oil Mill Biorefineries)." *Palmas* 34 (Especial, Tomo II): 66–84.

GARZON, Linda Wendy, Santiago Alejandro RAMIREZ, and Santiago Alejandro RAMIREZ. 2014. "ALIMENTACIÓN ANIMAL A BASE DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DE BIOCOMBUSTIBLES DE LA PALMA DE ACEITE EN COLOMBIA."

GENGU, Li. 2014. COMPOSITE WALL THERMAL-INSULATION MATERIAL AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201410436204A, issued 2014.

GÓMEZ, Alexánder, Wolfgang KLOSE, and Sonia RINCÓN. 2008. *Pirólisis de Biomasa: Cuesco de Palma de Aceite*.

GOSELIN, Johan Willem, John William HARRIS, Andries Hendrik JANSSEN, Richard John PRICE, Colin John SCHAVERIEN, and Nicolaas Wilhelmus Joseph WAY. 2012. LIQUID FUEL COMPOSITION. US13453845, issued 2012.

GRAIN PROCESSING CORPORATION. n.d. "Who Is GPCP?" Accessed November 16, 2017. <https://www.grainprocessing.com/>.

GUAITERO DÍAZ, Bladimir. 2011. "Vigilancia Tecnológica Como Metodología Para El Direccionamiento Estratégico de La Investigación: Caso Cadena Del Ají En Colombia." *Memorias VI Congreso Internacional de Sistemas de Innovación Para La Competitividad 2011*, 1–25.

GUIZHOU SYMBIOTIC TECHNOLOGY CO. LTD. n.d. "Company Profile." Accessed November 16, 2017. <http://en.gskjpv.cn/aboutus/>.

HAMBALI, Rivai, E. 2017. "The Potential of Palm Oil Waste Biomass in Indonesia in 2020 and 2030 The Potential of Palm Oil Waste Biomass in Indonesia in 2020 and 2030." *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*.

HAN, Ng Mei, and Choo Yuen MAY. 2012. A PROCESS FOR EXTRACTING ANTIOXIDANTS FROM OIL PALM BIOMASS. WO2012050425A2, issued 2012.

HANAFI, Nevy D, and Era YUSRINI. 2017. "Extraction Process of Palm Kernel Cake As a Source of Mannan for Feed Additive On." <https://doi.org/10.1088/1755-1315/65/1/012020>.

HASAN, Faizala, Rahmanb NAZRIB, and Z. A. Latiffa SYAHRULLAILB. 2016. "DEVELOPMENT OF PALM BIOMASS BRIQUETTES WITH POLYETHYLENE PLASTIC WASTE ADDITION." *Jurnal Teknologi* 4: 69–75. <https://doi.org/10.11113/jt.v75.5239>.

HEM, S, S TOURE, C SAGBLA, and M LEGENDRE. 2008. "Bioconversion of Palm Kernel Meal for Aquaculture: Experiences from the Forest Region (Republic of Guinea)." *African Journal of Biotechnology* 7 (8): 1192–98. <https://doi.org/10.5897/AJB07.355>.

HENRIKSEN, Niels, Martin Høgh MØLLER, and Jan LARSEN. 2007. METHOD FOR SYNGAS-PRODUCTION FROM LIQUEFIED BIOMASS. US12302505, issued 2007.

HESHAN, Wang. 2015. LIGHT-WEIGHT ELASTIC INNER WALL EMULSION PAINT WITH ADDITION OF PLANT COMPONENTS AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201510548948A, issued 2015.

HIROSHI, Kamisoyama, Honda KAZUHISA, Fukui KENSUKE, Ibuki MASAHISA, and Yano HIROKO. 2014. MUSCLE POTENTIATOR. JP2014143924A, issued 2014.

HISATO, Takeda, Mitsui AKIFUMI, Fuchiwaki KENJIRO, Kato AKINORI, Kohama FUMIO, Nakano ATSUSHI, Yanase KATSUSUKE, and Suzuki TSUNEO. 2009. METHOD AND APPARATUS FOR BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT. JP2009203947A, issued 2009.

HISATO, Takeda, Mitsui MASAFUMI, Fuchiwaki KENJIRO, Kato AKINORI, Fumio OBAMA, Nakano ATSUSHI, Yanase KATSUSUKE, and Suzuki TSUNEO. 2012. BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT METHOD AND BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT DEVICE. WO2012117537A1, issued 2012.

HO, Lee Soo. 2008. MOLDED ARTICLE INCLUDING PALM FIBER AND METHOD THEREOF. KR20080040735A, issued 2008.

HONG, L. S., D. IBRAHIM, and I. C. OMAR. 2011. "Lignocellulolytic Materials-as a Raw Material for the Production of Fermentable Sugars via Solid State Fermentation." *Asian Journal of Scientific Research* 4 (1): 53–61.

HOSSAIN, Arafat, J JEWARATNAM, and P GANESAN. 2016. "Prospect of Hydrogen Production from Oil Palm Biomass by Thermochemical Process e A Review." *International Journal of Hydrogen Energy* 1: 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.104>.

HOSSAIN, Md Sohrab, N. A.Nik NORULAINI, A. Y.Ahmad NAIM, A. R.Mohd ZULKHAIRI, Mofteh Massaud BENNAMA, and A. K.Mohd OMAR. 2016. "Utilization of the Supercritical Carbon Dioxide Extraction Technology for the Production of Deoiled Palm Kernel Cake." *Journal of CO2 Utilization* 16 (May): 121–29. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2016.06.010>.

HUBER, George W, Sara IBORRA, and Avelino CORMA. 2006. "Synthesis of Transportation Fuels from Biomass: Chemistry, Catalysts, and Engineering." *Chemical Reviews* 106 (9): 4044–98. <https://doi.org/10.1021/cr068360d>.

HUN, Han Seung, Kim Dae HWAN, and Park Si DU. n.d. DEVICE TO MANUFACTURE BIODEGRADABLE INTERIOR PANELS, METHOD TO MANUFACTURE THAT AND THE INTERIOR PANELS. KR20060062590A.

HUSAIN, Z., Z. ZAINAC, and Z. ABDULLAH. 2002. "Briquetting of Palm Fibre and Shell from the Processing of Palm Nuts to Palm Oil." *Biomass and Bioenergy* 22 (6): 505–9. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00022-3).

HYUN, Yu Ju, Hong Kyung SIK, Jung Chan DUCK, and Eom In YONG. 2014. CONCENTRATED FEEDSTUFF MORE PALATABLE TO FOWL USING PALM OIL MESOCARP HYDROLYZATE AND METHOD FOR PREPARING THE SAME. KR20140192965A, issued 2014.

HYUN, YU JU, and EOM IN YONG. 2014. PROBIOTICS FOR FEED ADDITIVES USING A PALM OIL MESOCARP, METHOD FOR PREPARING, AND UTILIZING THE SAME. KR20140183353A, issued 2014.

I, Preiks, and Skujans J. 2013. "Evaluation of Hemp Quality Parameters for Buiding Materials from Foam Gypsum Products." *Chemical Engineering Transactions* 32: 1639–44.

IBRAHIM, Izzudin, Mohd Ali HASSAN, Suraini ABD-AZIZ, Yoshihito SHIRAI, Yoshito ANDOU, Mohd Ridzuan OTHMAN, Ahmad Amiruddin Mohd ALI, and Mohd Rafein ZAKARIA. 2017. "Reduction of Residual Pollutants from Biologically Treated Palm Oil Mill Effluent Final Discharge by Steam Activated Bioadsorbent from Oil Palm Biomass." *Journal of Cleaner Production* 141 (May): 122–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.066>.

IBRAHIM, Nuzul Amri. 2013. "Characteristics of Malaysian Palm Oil and Its Products." *Journal of Oil Palm Research* 25 (2): 245–52. <http://jopr.mpob.gov.my/wp-content/uploads/2013/10/jopr25aug2013-nuzul1.pdf>.

ILUYEMI, F.B., and M.M. HANAFI. 2009. "Mycelial Growth Interactions and Mannan-Degrading Enzyme Activities from Fungal Mixed Cultures Grown on Palm Kernel Cake." *African Journal of Biotechnology* 8 (10): 2283–88.

INFOAGRO. n.d. "EL CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA." Accessed October 2, 2017.

http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm.

INTA. 2002. "Los Subproductos Agroindustriales En La Alimentación de Los Rumiantes" 1439 (1033): 1–34.

ISHOLA, Mofoluwake M. n.d. "Improved Ethanol Production from Lignocellulosic Biomass through Membrane Bioreactors."

ISHOLA, Mofoluwake M. n.d. "Improved Ethanol Production from Lignocellulosic Biomass through Membrane Bioreactors."

ISIKGOR, Furkan H., and C. Remzi BECER. 2015. "Lignocellulosic Biomass: A Sustainable Platform for the Production of Bio-Based Chemicals and Polymers." *Polym. Chem.* 6 (25): 4497–4559. <https://doi.org/10.1039/C5PY00263J>.

JAHROMI, Mohammd Faseleh, Parisa SHOKRYAZDAN, Zulkifli IDRUS, Rohollah EBRAHIMI, Fatemeh BASHOKOUH, and Juan Boo LIANG. 2017. "Modulation of Immune Function in Rats Using Oligosaccharides Extracted from Palm Kernel Cake." *BioMed Research International* 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2576921>.

JEKAYINFA, S. O., and V. SCHOLZ. 2013. "Laboratory Scale Preparation of Biogas from Cassava Tubers, Cassava Peels, and Palm Kernel Oil Residues." *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects* 35 (21): 2022–32. <https://doi.org/10.1080/15567036.2010.532190>.

JIAHUI, Wen. 2012. NUTRITION HEALTH CARE PRODUCT FOR PROMOTING DIGESTIVE TRACT IMMUNITY. CN201210276300A, issued 2012.

JIANGHUA, Feng, and Zhu RENSHUI. 2016. FEED WITH EFFECT OF ENHANCING IMMUNITY AND RESISTANCE OF LIVESTOCK. CN106107017A, issued 2016.

JICHEN, Deng, Sui XIZHENG, Gao JUNSHUAI, and Fang ZHILI. 2013. FILTER FOR ELECTRIC LOCOMOTIVE BODY VENTILATOR. CN201310275526A, issued 2013.

JØRGENSEN, Henning, Anand R. SANADI, Claus FELBY, Niels Erik Krebs LANGE, Morten FISCHER, and Steffen ERNST. 2010. "Production of Ethanol and Feed by High Dry Matter Hydrolysis and Fermentation of Palm Kernel Press Cake." *Applied Biochemistry and Biotechnology* 161 (1–8): 318–32. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8814-6>.

JUN, Song Jae, Kim HEE-SIK, Ryu CHOONG-MIN, Kim CHUL-HO, Ku YOUNG-HWAN, Choi Hun YOUNG, Park Sang WOO, and Yeo Teck HWA. 2009. METHOD FOR PREPARING BIOFERTILIZER USING PALM OIL MILL WASTAGE. WO2009131265A1, issued 2009.

JUN, Song Jae, Kim HEE-SIK, Ryu CHOONG-MIN, Kim CHUL-HO, Ku YOUNG-HWAN, Choi Hun YOUNG, Park Sang WOO, and Yeo Teck HWA. 2009. METHOD FOR PREPARING BIOFERTILIZER USING PALM OIL MILL WASTAGE. WO2009131265A1, issued 2009.

KABIR, G., A. T. MOHD DIN, and B. H. HAMEED. 2017. "Pyrolysis of Oil Palm Mesocarp Fiber and Palm Frond in a Slow-Heating Fixed-Bed Reactor: A Comparative Study." *Bioresource Technology* 241: 563–72. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.180>.

KALIDAS, Naveena Reddy, Mookiah SAMINATHAN, Intan Safinar ISMAIL, Faridah ABAS, Prasenjit MAITY, Syed Sirajul ISLAM, Nurhuda MANSHOOR, and Khozirah SHAARI. 2017. "Structural Characterization and Evaluation of Prebiotic Activity of

Oil Palm Kernel Cake Mannanooligosaccharides.” *Food Chemistry* 234 (May): 348–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.159>.

KANEKA CORPORATION. n.d. “About Kaneka Fine Chemicals.” Accessed December 12, 2017. <http://www.fcd.kaneka.co.jp/>.

KANG, Qian, Lise APPELS, Tianwei TAN, and Raf DEWIL. 2014. “Bioethanol from Lignocellulosic Biomass: Current Findings Determine Research Priorities.” *Scientific World Journal* 2014 (Ci). <https://doi.org/10.1155/2014/298153>.

KANG, Qian, Lise APPELS, Tianwei TAN, and Raf DEWIL. 2014. “Bioethanol from Lignocellulosic Biomass: Current Findings Determine Research Priorities.” *Scientific World Journal* 2014 (Ci). <https://doi.org/10.1155/2014/298153>.

KARIM, Yaacob. 2007. METHOD FOR PRODUCING MYO-INOSITOL FROM PALM KERNEL PELLETT. MY128648A, issued 2007.

KAZIMIROVA, V., and R. OPATH. 2017. “Biomass Combustion Emissions.” *Research in Agricultural Engineering* 62 (Special Issue): S61–65. <https://doi.org/10.17221/69/2015-RAE>.

KAZUTOSHI, Nogami. 2014. OIL PALM BYPRODUCT PROCESSING METHOD AND EDIBLE SUBSTANCE. WO2014192046A1, issued 2014.

KAZUTOSHI, Nogami. 2016. TREATMENT METHOD OF OIL PALM BY-PRODUCT, AND EDIBLE MATERIAL. JP2016149944A, issued 2016.

KENSUKE, Fukui, and Ibuki MASAHISA. 2011. FEED-EFFICIENCY-IMPROVING AGENT. WO2011027753A1, issued 2011.

KENSUKE, Fukui, Ibuki MASAHISA, and Yamauchi KOEN. 2015. FOOD OR LIVESTOCK FEED FOR IMPROVEMENT OF INTESTINAL TRACT FUNCTION. JP2015047158A, issued 2015.

KENSUKE, Yoshizumi, and Harima NORIKO. 2008. MEMORY ELEMENT AND SEMICONDUCTOR DEVICE. JP2008211186A, issued 2008.

KENT PET GROUP Inc. n.d. "Our Values." Accessed December 12, 2017. <http://kentpetgroup.com/our-values/>.

KHANDAY, Waheed Ahmad, G. KABIR, and B. H. HAMEED. 2016. "Catalytic Pyrolysis of Oil Palm Mesocarp Fibre on a Zeolite Derived from Low-Cost Oil Palm Ash." *Energy Conversion and Management* 127: 265–72. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.08.093>.

KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY. n.d. "Welcome to KRICT." Accessed November 16, 2017. <http://english.kRICT.re.kr/eng/greeting>.

KORMIN, Shaharuddin, Anika Zafiah M. RUS, and M. Shafiq M. AZAHARI. 2017. "Thermal Properties of Biopolyol from Oil Palm Fruit Fibre (OPFF) Using Solvolysis Liquefaction Technique." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 244 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/244/1/012008>.

KORMIN, Shaharuddin, Anika Zafiah M. RUS, and M. Shafiq M. AZAHARI. 2017. "Thermal Properties of Biopolyol from Oil Palm Fruit Fibre (OPFF) Using Solvolysis Liquefaction Technique." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 244 (1): 12008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/244/1/012008>.

KUN, Lu. 2014. PIG FEED WITH CONCENTRATED PROTEIN. CN104222599A, issued 2014.

L, Kidalova, N STEVULOVA, and E TERPAKOVA. 2012. "Utilization of Alternative Materials in Lightweight Composites." *Journal of Cleaner Production* 34: 116–19.

LA, Gustavo, and Rotta AMAYA. 2010. "Efectos Sociales Del Cultivo de Palma de Aceite: Condiciones Laborales, Seguridad Social y Educación En Los Trabajadores Palmeros de Cumural."

LAH, Tengku Norsalwani Tuan, Nik Ab Rahman Nik NORULAINI, Mohammad SHAHADAT, Hideyuki NAGAO, Md Sohrab HOSSAIN, and A. K.Mohd OMAR. 2016. "Utilization of Industrial Waste for the Production of Cellulase by the Cultivation of Trichoderma via Solid State Fermentation." *Environmental Processes* 3 (4): 803–14. <https://doi.org/10.1007/s40710-016-0185-8>.

LAXMINARAYAN, Rathi Chandrakant, Pradhan SAYLEE, Jawadi SAMBASIVARAO, and Wani AHILA. 2012. AN ENZYME COMPOSITION AND PROCESS FOR EXTRACTING OIL FROM OIL PALM FRUITS. WO2012011130A3, issued 2012.

LEHUV, Hooxorvlf, and Dvehwrvv ILEHUV. 2016. "Recycled-Cellulosic-Fibers-and-Lignocellulosic-Aggregates-for-Sustainable-Building-Materials" 10 (6): 745–50.

LEILEI, Sun, Sun GUOHUI, and Lu ZHONGZHU. 2016. LENTINUS EDODES CULTURE MEDIUM WITH RAPE STRAW AS MAIN MATERIAL AND PREPARING METHOD THEREOF. CN105503386A, issued 2016.

LIEW, Wai Loan, Khalida MUDA, and Soh Kheang LOH. 2016. "Feasibility Study on Palm Oil Processing Wastes Towards." *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 11 (4): 2400–2405. http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0216_3659.pdf.

LIMAYEM, Alya, and Steven C. RICKE. 2012. "Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production: Current Perspectives, Potential Issues and Future Prospects." *Progress in Energy and Combustion Science* 38 (4): 449–67. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2012.03.002>.

LIMAYEM, Alya, and Steven C. RICKE. 2012. "Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production: Current Perspectives, Potential Issues and Future Prospects." *Progress in Energy and Combustion Science* 38 (4): 449–67. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2012.03.002>.

LIN, Wang, Johal SARJIT, Wiesner Thomas A, and Small Thomas L. 2007. ANIMAL LITTER, PROCESS FOR PREPARING ANIMAL LITTER, AND METHOD OF REMOVAL OF ANIMAL WASTE. US2007070212W, issued 2007.

LIN, Wang, Johal SARJIT, Wiesner Thomas A, and Small Thomas L. 2007. ANIMAL LITTER, PROCESS FOR PREPARING ANIMAL LITTER, AND METHOD OF REMOVAL OF ANIMAL WASTE. WO2007146623A2, issued 2007.

LIN, Wang, and Wiesner THOMAS. 2004. ANIMAL LITTER. EP1460893A2, issued 2004.

LIU, Lianchao, Sikun YUAN, and Juan ZHOU. 2011. REPLACEMENT CATTLE ENRICHMENT MATERIAL. CN102488110A, issued 2011.

LOH, Soh Kheang. 2017. "The Potential of the Malaysian Oil Palm Biomass as a Renewable Energy Source." *Energy Conversion and Management* 141: 285–98. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.08.081>.

LÓPEZ MARTÍNEZ, Carlos José, Andrés ECHEVERRI SANCHEZ, and Juan Carlos FLORES, MENJIVAR. 2017. "Production and Composition of Buffalo Milk Supplemented with Agro Industrial Byproducts of the African Palm." *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 70 (1): 8077–84. <https://doi.org/10.15446/rfna.v70n1.61766>.

LUKMAN, Lukman, Rianto YAN, Hakim SHIDIQ A., Nadiroh IRENE M., and Hidayat DEDEN S. 2018. "Citation Performance of Indonesian Scholarly Journals Indexed in Scopus from Scopus and Google Scholar." *Science Editing*, 2018. <https://www.escienceediting.org/journal/view.php?number=136>.

MABROUKI, Jemaa, Mohamed Ammar ABBASSI, Kamel GUEDRI, Ahmed OMRI, and Mejdí JEGUIRIM. 2015. "Simulation of Biofuel Production via Fast Pyrolysis of Palm Oil Residues." *Fuel* 159 (9448): 819–27. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.07.043>.

MADR, Colciencias, UNAL, OCyT, and UExternado. 2008. “Estudios de Vigilancia Tecnológica Aplicados a Cadenas Productivas Del Sector Agropecuario Colombiano.” Bogotá. <http://www.bdigital.unal.edu.co/2082/1/EstudiosVigilanciaJun18.pdf>.

MADR, MINAMBIENTE, MINTRANSPORTE, MINSALUD, CANCELLERIA, MINICIT, MINMINAS, and MINEDUCACION. 2007. “ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO COMPETITIVO DEL SECTOR PALMERO COLOMBIANO Ministerio.” *Conpes*. Bogotá. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=341862.

MAHMUD, Nik Anis Nik, Azhari Samsu BAHARUDDIN, Ezyana Kamal BAHIRIN, Alawi SULAIMAN, Mohd Nazli NAIM, Rabitah ZAKARIA, Mohd Ali HASSAN, Haruo NISHIDA, and Yoshihito SHIRAJ. 2013. “Enzymatic Saccharification of Oil Palm Mesocarp Fiber (OPMF) Treated with Superheated Steam.” *BioResources* 8 (1): 1320–31. <https://doi.org/10.15376/biores.8.1.1320-1331>.

MALAYSIAN PALM OIL BOARD. n.d. “About Us.” Accessed November 16, 2017. <http://www.mpob.gov.my/en/about-us/about>.

MALEK, A.B.M. Abdul, Md HASANUZZAMAN, Nasrudin Abd RAHIM, and Yusuf A. AL TURKI. 2017. “Techno-Economic Analysis and Environmental Impact Assessment of a 10 MW Biomass-Based Power Plant in Malaysia.” *Journal of Cleaner Production* 141: 502–13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.057>.

MARAÑÓN, Oscar. 2013. “Matheo Patent La Herramienta Esencial Para El Análisis de Información Tecnológica.” *Papeles de Inteligencia*. 2013. <http://papelesdeinteligencia.com/matheo-patent-la-herramienta-esencial-para-el-analisis-de-informacion-tecnologica/>.

MASAHIRO, Shimizu. 2016. BUSINESS FORM PROCESSING SYSTEM, BUSINESS FORM PROCESSING DEVICE AND BUSINESS FORM PROCESSING DEVICE PROGRAM. JP2016021109A, issued 2016.

MASAO, Fukuyama, Ito TAKAYUKI, and Aono TAKASHI. 2014. SHAPED OIL-PALM BODY, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND LAMINATED PLYWOOD. WO2014057582A1, issued 2014.

MASOUD, Asadieraghi, and Wan D. WAN M. A. 2014. "Management of Biomass Residues Generated from Palm Oil Mill: Vermicomposting a Sustainable Option." *Energy Conversion and Management* 82: 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.03.007>.

MATHEO SOFTWARE. n.d. "Matheo Patent." Accessed November 22, 2017. <https://www.matheo-software.com/es/matheo-patent/>.

MEE, Chin Chow, Jantan LAILI, and Ngan Ma AH. 2001. A PROCESS FOR EXTRACTION OF PALM OIL AND PALM KERNEL OIL. MYPI20015468A, issued 2001.

MELDAL, Morten, Manat RENIL, and Steen VESBORG. 2009. COATING OF HYDROXYLATED SURFACES BY GAS PHASE GRAFTING. US13140195, issued 2009.

MELISSARI, Blas. 2012. "Comportamiento de Cenizas y Su Impacto En Sistemas de Combustión de Biomasa." *Memoria de Trabajos de Difusion Cientifica y Tecnica* 10: 69–82.

MI, Shuofu, Hongqiang LI, Shuying LI, and Yejun HAN. 2016. "The Synergism of Hot Water Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis in Depolymerization of Lignocellulosic Content of Palm Kernel Cake." *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 134 (May): 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2016.09.004>.

MING-TSAI, Hung, Chen CHAO-WEN, Wang DER-HER, Lee HSIAO-KWANG, Yang JUNG-TUNG, Chu YUNG-PING, and Cheng HUANG-CHIH. 2013. METHOD FOR PRODUCING A BIO-COAL. US201313748089A, issued 2013.

MIRNAWATI, Ade DJULARDI, and Yetti MARLIDA. 2014. "Improving the Quality of Palm Kernel Cake through Fermentation by *Eupenicillium Javanicum* as Poultry Ration." *Pakistan Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3923/pjn.2013.1085.1088>.

MOHAMAD, Hisam Mohamed Wahab, Freddy Wee Teck TEO, and Mohammad Ghaddaffi Bin Mohd NOH. 2011. METHOD FOR PRODUCING BIOFUEL. US13637192, issued 2011.

MOHAMMED, M. A.A., A. SALMIATON, W. A.K.G. WAN AZLINA, M. S. MOHAMMAD AMRAN, A. FAKHRU'L RAZI, and Y. H. TAUFIQ YAP. 2011. "Hydrogen Rich Gas from Oil Palm Biomass as a Potential Source of Renewable Energy in Malaysia." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2): 1258–70. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.10.003>.

MOHD YUSOFF, Mohd Zulkhairi, Hironaga AKITA, Mohd Ali HASSAN, Shinji FUJIMOTO, Masaru YOSHIDA, Nobutaka NAKASHIMA, and Tamotsu HOSHINO. 2017. "Production of Acetoin from Hydrothermally Pretreated Oil Mesocarp Fiber Using Metabolically Engineered *Escherichia Coli* in a Bioreactor System." *Bioresource Technology* 245 (May): 1040–48. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.131>.

MONI, M.N.Z., S.A. SULAIMAN, Y. S. RAJA, K. KARUNAMURTHY, M INAYAT, and M. A. BOU-RABEE. 2016. "Investigation of the Relationship between Moisture Content and Density of Selected Malaysian Biomass." *Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES)* 10 (2): 2111–25. <https://doi.org/10.15282/jmes.10.2.2016.15.0199>.

MP, Ir H M. 2004. THE USE OF LIQUID SMOKE FOR NATURAL RUBBER PROCESSING. WO2004029148A1, issued 2004.

MU, Liu, Liu CHANGJIAN, Pei YUQI, Peng LI, Chu SHENGLI, and Luan GUOHUA. 2013. PREPARATION METHOD OF OIL ABSORBING MATERIAL BY TAKING PALM FIBER AS BASIC MATERIAL. CN201310552432A, issued 2013.

MUHAMAD, Ida Idayu, Mahfuzah Binti MUSTAPHA, and Khairul Azly Bin ZAHAN. 2013. PRETREATMENT AND DRYING METHOD FOR PRODUCING DIETARY FIBER. MYUI2013702332A, issued 2013.

MUNASINHE, Mihiri, and Jagath WANSAPALA. 2015. "B-Carotene Content of M. Longifolia Seed Oil in Different Agro-Climatic Zones in Sri Lanka, The Effect of Heat on Its Stability and the Composition of Seed Cake." *Potravinarstvo* 9 (1): 474–79. <https://doi.org/10.5219/502>.

MURCIA, Philippe R. 2004. ORGANICALLY CLEAN BIOMASS FUEL. US10756602, issued 2004.

NA, Byeong Ill, Young Hun KIM, Woo Seok LIM, Soo Min LEE, Hyoung Woo LEE, and Jae Won LEE. 2013. "Torrefaction of Oil Palm Mesocarp Fiber and Their Effect on Pelletizing." *Biomass and Bioenergy* 52: 159–65. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.041>.

NA, Byeong Ill, Young Hun KIM, Woo Seok LIM, Soo Min LEE, Hyoung Woo LEE, and Jae Won LEE. 2013. "Torrefaction of Oil Palm Mesocarp Fiber and Their Effect on Pelletizing." *Biomass and Bioenergy* 52 (May): 159–65. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.041>.

NASRIN, A.B, A.N MA, Y.M CHOO, and S MOHAMAD. 2018. "Oil Palm Biomass as Potential Substitution Raw Materials for Commercial Biomass Briquettes Production" 5 (May): 2018.

NG, Denny K.S., and Rex T.L. NG. 2013. "Applications of Process System Engineering in Palm-Based Biomass Processing Industry." *Current Opinion in Chemical Engineering* 2 (4): 448–54. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2013.09.005>.

NG, K. L., and A. MOHD KHAN. 2012. "Enzymatic Preparation of Palm Kernel Expeller Protein Hydrolysate (PKEPH)." *International Food Research Journal* 19 (2): 721–25.

NG, Rex T. L., and Denny K. S. NG. 2013. "Systematic Approach for Synthesis of Integrated Palm Oil Processing Complex. Part 1: Single Owner." *Industrial & Engineering Chemistry Research* 52 (30): 10206–20. <https://doi.org/10.1021/ie302926q>.

NGO, T.-A., J. KIM, S.-S. KIM, and K.S. LEE. 2009. "Comparative Study of Fast Pyrolysis in a Tubular Reactor for Various Biomass Materials." *ACS National Meeting Book of Abstracts*, no. May: 2018.

NGO, T.-A., Y.-H. SEO, J. KIM, and S.-S. KIM. 2010. "Effect of Operational Parameters on Fast Pyrolysis of Palm Kernel Cake Using Fluidized Bed Reactor." *ACS National Meeting Book of Abstracts*, no. May: 2018.

NGO, Thanh An, Jinsoo KIM, and Seung Soo KIM. 2013. "Fast Pyrolysis of Palm Kernel Cake Using a Fluidized Bed Reactor: Design of Experiment and Characteristics of Bio-Oil." *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 19 (1): 137–43. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2012.07.015>.

NGO, Thanh An, Jinsoo KIM, and Seung Soo KIM. 2011. "Fast Pyrolysis of Palm Kernel Cake in a Closed-Tubular Reactor: Product Compositions and Kinetic Model." *Bioresource Technology* 102 (5): 4273–76. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.034>.

NGO, Thanh-An, Jinsoo KIM, Seung-soo KIM, and Kwang Seok. LEE. 2009. "Characteristics and Kinetics of Pyrolysis of Palm Kernel Cake in a Tubing Reactor." *Abstract of Papers, 238th ACS National Meeting, Washington, DC, United States, August 16-20, 2009* 54 (May): 559–60.

NIÑO AUDELO, Andrea. 2007. "ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Lippia Alba*."

NOR-AZEMI, Siti N.I., Farah A. FUADI, S. ZHANG, and Syed Shatir A. SYED-HASSAN. 2015. "Effect of Nickel Addition on the Air Gasification of Oil Palm

Mesocarp Fiber.” *Journal of Engineering Science and Technology* 10 (Spec.issue7): 79–88.

NOR-AZEMI, Siti Nor Izuera, Farah Aimi FUADI, and Syed Shatir A. SYED-HASSAN. 2014. “Effect of Pretreatment on Adsorption of Nickel by Oil Palm Mesocarp FiberNo Title.” *Advanced Materials Research* 906 (103): 2018. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.906.131>.

NORDIN, Anders, Linda POMMER, Martin NORDWAEGER, and Ingemar OLOFSSON. 2002. “CHAPTER 7 Biomass Conversion through Torrefaction.” In , 217–44.

NOSALWANI, Tengku, Tuan LAH, Nik NORULAINI, Nik AB, Nurul Jannah HASNAN, and Moftah Massaud BEN. 2012. “Cellulase Activity in Solid State Fermentation of Palm Kernel Cake With.” *Malaysian Journal of Microbiology* 8 (4): 235–41.

OCYT. 2015. “Indicadores de Ciencia y Teconología 2015. Colombia.” <http://ocyt.org.co/proyectos-y-productos/informe-anual-de-indicadores-de-ciencia-y-tecnologia-2015/>.

OLIVEIRA, Felisbela, Carlos E. SOUZA, Verônica R.O.L. PECLAT, José Manuel SALGADO, Bernardo D. RIBEIRO, Maria A.Z. COELHO, Armando VENANCIO, and Isabel BELO. 2017. “Optimization of Lipase Production by *Aspergillus Ibericus* from Oil Cakes and Its Application in Esterification Reactions.” *Food and Bioproducts Processing* 102 (May): 268–77. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2017.01.007>.

OLIVEIRA, Ronaldo Lopes, Severino Gonzaga NETO, Francisco Helton Sa DE LIMA, Ariosvaldo Nunes DE MEDEIROS, Leilson Rocha BEZERRA, Elzania Sales PEREIRA, Adriana Regina BAGALDO, Caius Barcellos DE PELLEGRINI, and Braulio Rocha CORREIA. 2016. “Composition and Fatty Acid Profile of Milk from Cows Supplemented with Pressed Oilseed Cake.” *Animal Science Journal = Nihon Chikusan Gakkaiho* 87 (10): 1225–32. <https://doi.org/10.1111/asj.12571>.

OSKOUEIAN, Ehsan, Norhani ABDULLAH, Zulkifli IDRUS, Mahdi EBAHIMI, Yong M. GOH, Majid SHAKERI, and Armin OSKOUEIAN. 2014. "Palm Kernel Cake Extract Exerts Hepatoprotective Activity in Heat-Induced Oxidative Stress in Chicken Hepatocytes." *BMC Complementary and Alternative Medicine* 14 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-368>.

OSKOUEIAN, Ehsan, Norhani ABDULLAH, Idrus ZULKIFLI, Mahdi EBRAHIMI, Ehsan KARIMI, Yong Meng GOH, Armin OSKOUEIAN, and Majid SHAKERI. 2015. "Cytoprotective Effect of Palm Kernel Cake Phenolics against Aflatoxin B1-Induced Cell Damage and Its Underlying Mechanism of Action." *BMC Complementary and Alternative Medicine* 15 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0921-z>.

PALMAS DEL CESAR. 2013. "Informe de Sostenibilidad 2012-2013."

PALMAS DEL CESAR. 2016. "Informe de Sostenibilidad 2014-2016."

PALMECO. n.d. "A Breakthrough in Green Construction Technology." Accessed November 16, 2017. <http://palmecotech.com/about-us/>.

PALOP, Fernando, and José Fernando MARTÍNEZ. 2012. "Guía Metodológica de Práctica de La Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva," 66. <http://www.aecid.org.co/index.php?idcategoria=3048>.

PAMAR, A., T. AGARWAL, and P.K. NEMA. 2014. "Biochar for Soil and Environmental Management." *International Journal of Applied Engineering Research* 9 (3 SPEC.ISS.): 247–48.

PARVEEZ, Ghulam Kadir Ahmad. 2010. METHOD TO PRODUCE FOREIGN PROTEIN IN MESOCARP OF OIL PALM. US87417410A, issued 2010.

PENHA, Edmar Mercês, Ludmila Araújo Nunes VIANA, Leda Maria Fortes GOTTSCHALK, Selma Costa TERZI, Erika Fraga SOUZA, Sidinéa Cordeiro FREITAS, Juliana de Oliveira SANTOS, and Thaís Fabiana Chan SALUM. 2016. "Aproveitamento de Resíduos Da Agroindústria Do Óleo de Dendê Para a Produção

de Lipase Por *Aspergillus Níger*.” *Ciência Rural* 46 (4): 755–61.
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131673>.

PHANG, K. Y., and S. W. LAU. 2017. “A Survey on the Usage of Biomass Wastes from Palm Oil Mills on Sustainable Development of Oil Palm Plantations in Sarawak.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 206 (1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/206/1/012091>.

PHUENKASEM, A., S. ATTAMANGKUNE, and Y. RUANGPANIT. 2017. “A Comparison of Essential Oil and Organic Acid Supplementation on the Live Performance and Intestinal Morphology of Broilers Fed a Diet Containing Palm Kernel Meal.” *International Journal of Poultry Science* 16 (5): 196–202.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2017.196.202>.

Phuengkasem, A., S. Attamangkune, and Y. Ruangpanit. 2017. “A Comparison of Essential Oil and Organic Acid Supplementation on the Live Performance and Intestinal Morphology of Broilers Fed a Diet Containing Palm Kernel Meal.” *International Journal of Poultry Science* 16 (5): 196–202.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2017.196.202>.

POGAKU, Ravindra, Awang BONO, and Christopher CHU. 2013. *Developments in Sustainable Chemical and Bioprocess Technology. Developments in Sustainable Chemical and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6208-8>.

PRADILLA A., H., LAVERDE, J. C., PABÓN M., M. 2015. “Prospectiva Tecnológica Para Cadenas Productivas Agroindustriales En Colombia,” 2015.

PRADILLA A., Humberto, Jairo. Cesar LAVERDE, and Manuel PABON M. 2015. “Prospectiva Tecnológica Para Cadenas Productivas Agroindustriales En Colombia.”

PUN, Meng Yan. 2016. THERMOPLASTIC STARCH COMPOSITION DERIVATIVES FROM AGRICULTURAL BYPRODUCTS, issued 2016.

QING, Zhang. 2015. RUBBER COMPOSITE MATERIAL FOR HIGH-WEAR-RESISTANCE ANTI-SKID TIRE AND PREPARATION METHOD OF RUBBER COMPOSITE MATERIAL. CN201510915562A, issued 2015.

QUANXIN, Liu, Yao LIGANG, and Yao JING. 2015. TEAR RESISTANT FULL DEGRADABLE FILM AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201510201372A, issued 2015.

R, Oroskar, Naveen S, Oroskar Priyana ANIL, and Kulkarni Omkar M. 2014. MANNOSE PRODUCTION FROM PALM KERNEL MEAL USING SIMULATED MOVING BED SEPARATION. WO2014025560A1, issued 2014.

RAGAUSKAS, Arthur J, Charlotte K WILLIAMS, Brian H DAVISON, George BRITOVSEK, John CAIRNEY, Charles A ECKERT, William J FREDERICK, et al. 2006. "The Path Forward for Biofuels and Biomaterials." *Science* 311 (5760): 484 LP-489. <http://science.sciencemag.org/content/311/5760/484.abstract>.

RAITA, Marisa, Christopher IBBENEGBU, Verawat CHAMPREDA, and David J. LEAK. 2016. "Production of Ethanol by Thermophilic Oligosaccharide Utilising *Geobacillus Thermoglucosidasius* TM242 Using Palm Kernel Cake as a Renewable Feedstock." *Biomass and Bioenergy* 95: 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.015>.

RAITA, Marisa, Christopher IBENEGBU, Verawat CHAMPREDA, and David J. LEAK. 2016. "Production of Ethanol by Thermophilic Oligosaccharide Utilising *Geobacillus Thermoglucosidasius* TM242 Using Palm Kernel Cake as a Renewable Feedstock." *Biomass and Bioenergy* 95 (May): 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.015>.

RAJEEV P., Singh, Embrandiri ASHA, Ibrahim MAHAMAD H., and Esa NORIZAN. 2011. "Management of Biomass Residues Generated from Palm Oil Mill: Vermicomposting a Sustainable Option." *Resources, Conservation and Recycling* 55 (4): 423–34. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.005>.

RALF, Mruk, Serge Julien AUGUSTE, Tahon Julia CLAUDINE, Lechtenboehmer ANNETTE, and Schmitz FRANK. 2008. REIFEN MIT KOMPONENTE AUS POLYBENZOBISOXAZOL-FASER UND EPOXYDISIERTEM PALMENOL. US26608408A, issued 2008.

RASHID, Jahwarhar Izuan Abd, Noraini SAMAT, and Wan Mohtar Wan YUSOFF. 2013. "Studies on Extraction of Mannanase Enzyme by *Aspergillus Terreus* SUK-1 from Fermented Palm Kernel Cake." *Pakistan Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.933.938>.

RASHID, Siti Raishan Mohd, Suriyati SALEH, and Noor Asma Fazli Abdul SAMAD. 2017. "Proximate Analysis and Calorific Value Prediction Using Linear Correlation Model for Torrefied Palm Oil Wastes." *MATEC Web of Conferences* 131: 04002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713104002>.

RAVINDRA, Pogaku. 2015. *Advances in Bioprocess Technology*. Edited by Springer. *Advances in Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17915-5>.

RAZUAN, R., Q. CHEN, X. ZHANG, V. SHARIFI, and J. SWITHENBANK. 2010. "Pyrolysis and Combustion of Oil Palm Stone and Palm Kernel Cake in Fixed-Bed Reactors." *Bioresource Technology* 101 (12): 4622–29. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.079>.

RAZUAN, R., K. N. FINNEY, Q. CHEN, V. N. SHARIFI, and J. SWITHENBANK. 2011. "Pelletised Fuel Production from Palm Kernel Cake." *Fuel Processing Technology* 92 (3): 609–15.

REY VÁZQUEZ, Lara. 2009. "Informe APEI Sobre Vigilancia Tecnológica."

RIYADI, Fatimah Azizah, Md Zahangir ALAM, Md Noor SALLEH, and Hamzah Mohd SALLEH. 2017. "Optimization of Thermostable Organic Solvent-Tolerant Lipase Production by Thermotolerant *Rhizopus* Sp. Using Solid-State Fermentation of Palm Kernel Cake." *3 Biotech* 7 (5): 1–11. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0932-1>.

RIZAL, Yose, NURAINI, MiIRNAWATI, and Maria Endo MAHATA. 2014. "Comparisons of Nutrient Contents and Nutritional Values of Palm Kernel Cake Fermented by Using Different Fungi." *Pakistan Journal of Nutrition* 12 (10): 943–48. <https://doi.org/10.3923/pjn.2013.943.948>.

RODRÍGUEZ C., Rosa M., J. SUÁREZ H., and Yanet TÁMBARA H. 2016. "Caracterización de La Torta Obtenida Del Prensado Del Fruto de *Jatropha Curcas*." *Pastos y Forrajes* 39 (1): 72–75.

S, Sivakuraman. 2007. ORGANIC FERTILIZER. MY2007000077W, issued 2007.

SABIL, Khalik M., Muafah A. AZIZ, Bhajan LAL, and Yoshimitsu UEMURA. 2013. "Effects of Torrefaction on the Physiochemical Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunches, Mesocarp Fiber and Kernel Shell." *Biomass and Bioenergy* 56: 351–60. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.05.015>.

SABIL, Khalik M., Muafah A. AZIZ, Bhajan LAL, and Yoshimitsu UEMURA. 2013. "Synthetic Indicator on the Severity of Torrefaction of Oil Palm Biomass Residues through Mass Loss Measurement." *Applied Energy* 111: 821–26. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.067>.

SABIL, Khalik M., Muafah A. AZIZ, Bhajan LAL, and Yoshimitsu UEMURA. 2013. "Synthetic Indicator on the Severity of Torrefaction of Oil Palm Biomass Residues through Mass Loss Measurement." *Applied Energy* 111 (May): 821–26. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.067>.

SAIDU, Mohammed, Ali YUZIR, Mohd Razman SALIM, SALMIATI, Shamila AZMAN, and Norhayati ABDULLAH. 2014. "Biological Pre-Treated Oil Palm Mesocarp Fibre with Cattle Manure for Biogas Production by Anaerobic Digestion during Acclimatization Phase." *International Biodeterioration and Biodegradation* 95 (PA): 189–94. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.06.014>.

SAIDU, Mohammed, Ali YUZIR, Mohd Razman SALIM, SALMIATI, Shamila AZMAN, and Norhayati ABDULLAH. 2014. "Biological Pre-Treated Oil Palm

Mesocarp Fibre with Cattle Manure for Biogas Production by Anaerobic Digestion during Acclimatization Phase.” *International Biodeterioration and Biodegradation* 95 (PA): 189–94. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.06.014>.

SALAZAR POSADA, Cristian. 2012. “Hidrólisis Enzimática y Su Aplicación En Alimentos.” In , edited by TECNAS, 35. ALICO. www.tecnas.com.co.

SANDERS, D.M, T.C CALMON, R.L OLIVEIRA, and L.F PINTO. 2018. “Histomorphometrics of the Ruminal Epithelium of 1 / 2 Blood Bôer Goats Submitted to Diets with Pies from the Production of Biodiesel [Article @ Histomorfometria Do Epitélio Ruminal de Cabritos 1 / 2 Sangue Boer Submetidos a Dietas Com Tortas Oriundas Da” 67 (May): 2018.

SANTOSA, Sri Juari. 2008. “Palm Oil Boom in Indonesia: From Plantation to Downstream Products and Biodiesel.” *Clean - Soil, Air, Water* 36 (5–6): 453–65. <https://doi.org/10.1002/clen.200800039>.

SAWANGSRI, Paranee, Ashara PENGNOO, Jira SUWANPRASERT, and Mana KANJANAMANEESATHIAN. 2007. “Effect of Trichoderma Harzianum Biomass and Bradyrhizobium Sp. Strain NC 92 to Control Leaf Blight Disease of Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea*) Caused by *Rhizoctonia Solani* in the Field.” *Songklanakarín Journal of Science and Technology* 29 (1): 15–24.

SAZMAND-ASFARANJAN, Yasha, and Alireza ZIAEI-MOAYYED. 2012. “Assessing Export Opportunity of Malaysia ’ s Palm Oil Products : Using Shift-Share Technique.” *European Journal of Scientific Research* 70 (2): 323–33.

SENG, Goh Kee, Goh Cheng HUAT, Ma Eng YAU, Lee LIANG, Ng Chee HEONG, Tan Tiam AIK, and Singh Taran TEJ. 2004. RECOVERING OIL FROM PALM MESOCARP FIBRES. SG2004000002W, issued 2004.

SEOB, Song Ui. 2011. BAMBOO COMPRESSING WOOD AND PRODUCTION METHOD FOR PREVENTING OF TRANSFORM. KR20110131754A, issued 2011.

SHAHIDULLAN. 2015. "Palm Oil and Palm Kernel Oil Applications." Malaysian Palm Oil Council (MPOC). 2015. http://www.mpoc.org.my/Palm_Oil_and_Palm_Kernel_Oil_Applications.aspx.

Shamsuddin, Abd Halim, and Mohd Shahir Liew. 2009. "High Quality Solid Biofuel Briquette Production From Palm Oil Milling Solid Wastes." *ASME 2009 3rd International Conference on Energy Sustainability Collocated with the Heat Transfer and InterPACK09 Conferences*, no. May: 125–30. <https://doi.org/10.1115/ES2009-90122>.

SHI, Xiaobing, Tingmao LIAO, Jian LIN, Cchanghui LI, Hong WANG, Jinquan LIU, and Xin XIA. 2010. PLANT FIBER DRYING DEVICE. CN201020688438U, issued 2010.

SHI, Xiaobing, Tingmao LIAO, Jian LIN, Zhanghui LI, Hong WANG, Jinquan LIU, and Xin XIA. 2010. PLANT FIBER-DRYING DRUM. CN201020688105U, issued 2010.

SHINICHI, Shibata, and Araki HIDEO. 2013. PLANT FIBER-REINFORCED THERMOPLASTIC RESIN MATERIAL FOR MOLDING, AND PRODUCTION METHOD AND MOLDED PRODUCT THEREOF. WO2015002074A1, issued 2013.

SHOKUN, Kan, and Kim DAEHWAN. 2008. MANUFACTURING METHOD OF BUILDING MATERIAL USING PALM. JP2008006437A, issued 2008.

SHOSUKE, Oku. 2007. METHOD FOR PROCESSING SQUEEZED RESIDUE OF PALM FRUIT AND/OR MESOCARP THEREOF. JP2007057742W, issued 2007.

SHOUBING, Shen, and Chen XIUMIAO. 2014. PREPARATION TECHNOLOGY OF PALM FIBER. CN201410853871A, issued 2014.

SHUKOR, Hafiza, Najeeb Kaid Nasser AL-SHORGANI, Peyman ABDESHAHIAN, Aidil A. HAMID, Nurina ANUAR, Norliza A. RAHMAN, Mohd H M ISA, and Mohd S. KALIL. 2014. "Biobutanol Production from Palm Kernel Cake (PKC) Using

Clostridium Saccharoperbutylaceticum N1-4 in Batch Culture Fermentation.” *BioResources* 9 (3): 5325–38.

SHUKOR, Hafiza, Najeeb Kaid Nasser AL-SHORGANI, Peyman ABDESHAHIAN, Aidil Abdul HAMID, Nurina ANUAR, Norliza Abd RAHMAN, and Mohd Sahaid KALIL. 2014. “Production of Butanol by Clostridium Saccharoperbutylaceticum N1-4 from Palm Kernel Cake in Acetone-Butanol-Ethanol Fermentation Using an Empirical Model.” *Bioresource Technology* 170 (May): 565–73. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.07.055>.

SIERRA MÁRQUEZ, Juan, Lucellys SIERRA MÁRQUEZ, and Jesus OLIVERO VERBEL. 2017. “Potencial Económico de La Palma Aceitera (Elaeis Guineensis Jacq).” *Agronomía Mesoamericana* 28 (2): 523–34. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.25927>.

SIK, Nam Moon. 2016. PELLET FOR NOVEL REGENERABLE ENERGY FUEL USING PALM BYPRODUCT AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR. JP2016098373A, issued 2016.

SILVA A., Ginna P. 2016. “Valorización de Desechos de Polimero Por Pirolisis.”

SING, Chin Yee, and Mohd Shiraz ARIS. 2012. “An Experimental Investigation on the Handling and Storage Properties of Biomass Fuel Briquettes Made from Oil Palm Mill Residues.” *Journal of Applied Sciences* 12 (24): 2621–25. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.2621.2625>.

SING, Chin Yee, and Mohd Shiraz ARIS. 2013. “The Effect of Mixing Coal with Biomass in Solid Fuel Briquettes.” *Advanced Materials Research* 856 (May): 338–42. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.856.338>.

SING, Chin Yee, Mohd Shiraz ARIS, and Hussain H. AL-KAYIEM. 2013. “Experimental Investigations on the Characteristics of Biomass and Coal-Biomass Fuel Briquettes.” *Advanced Materials Research* 683 (May): 246–49. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.683.246>.

SINGH NEE, Poonam, and Ashok PANDEY. 2009. *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues. Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9942-7>.

SINGH, Pooja, Othman SULAIMAN, Rokiah HASHIM, Leh Cheu PENG, and Rajeev Pratap SINGH. 2013. "Using Biomass Residues from Oil Palm Industry as a Raw Material for Pulp and Paper Industry: Potential Benefits and Threat to the Environment." *Environment, Development and Sustainability* 15 (2): 367–83. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9390-4>.

SINGH, Surinder Pal, Stanley Suresh ROBERT, Peter David NICHOLS, Susan Irene Ellis BLACKBURN, Xue-Rong ZHOU, James Robertson PETRIE, and Allan Graham GREEN. 2013. SYNTHESIS OF LONG-CHAIN POLYUNSATURATED FATTY ACIDS BY RECOMBINANT CELL. US13913999, issued 2013.

SITI S., Idris, Rahman NORAZAH A., and Ismail KHUDZIR. 2012. "Combustion Characteristics of Malaysian Oil Palm Biomass, Sub-Bituminous Coal and Their Respective Blends via Thermogravimetric Analysis (TGA)." *Bioresource Technology* 123 (May): 581–91. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.07.065>.

SITI S., Idris, Rahman NORAZAH A., Ismail KHUDZIR, Alias AZIL B., Rashid ZULKIFLI A., and Aris MOHD J. 2010. "Investigation on Thermochemical Behaviour of Low Rank Malaysian Coal, Oil Palm Biomass and Their Blends during Pyrolysis via Thermogravimetric Analysis (TGA)." *Bioresource Technology* 101 (12): 4584–92. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.059>.

SOOBHANY, Nuhaa, Romeela MOHEE, and Vinod Kumar GARG. 2017. "Inactivation of Bacterial Pathogenic Load in Compost against Vermicompost of Organic Solid Waste Aiming to Achieve Sanitation Goals: A Review." *Waste Management* 64: 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.003>.

SOON, Cha Jong. 2015. NON-WOVEN FABRIC WITH MULBERRY FIBERS AND ITS METHOD OF MANUFACTURING. KR20150093553A, issued 2015.

SOUZA, Nágila Freitas, José Aurélio PINHEIRO, Ana Iraidy Santa BRÍGIDA, João Paulo Saraiva MORAIS, Men de sá Moreira DE SOUZA FILHO, and Morsyleide DE FREITAS ROSA. 2016. "Fibrous Residues of Palm Oil as a Source of Green Chemical Building Blocks." *Industrial Crops and Products* 94 (May): 480–89. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.012>.

STEIN, Hans Henrik, Gloria Amparo CASAS, Jerubella Jerusalem ABELILLA, Yanhong LIU, and Rommel Casilda SULABO. 2015. "Nutritional Value of High Fiber Co-Products from the Copra, Palm Kernel, and Rice Industries in Diets Fed to Pigs." *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6 (1): 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0056-6>.

STOYANOV, Kostov Ognyan, Ye Ngan TENG, and Han Ngan TENG. 2013. METHOD OF MAKING COMPOST FROM OIL PALM HARVEST REFUSE MATERIAL. MY148391A, issued 2013.

STOYANOV, Kostov Ognyan, Ye Ngan TENG, and Han Ngan TENG. 2005. METHOD OF MAKING COMPOST FROM OIL PALM HARVEST REFUSE MATERIAL. MYPI20051880A, issued 2005.

SUDHEER, Surya, Asgar ALI, and Sivakumar MANICKMAN. 2016. "Investigation of Requisites for the Optimal Mycelial Growth of the Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma Lucidum* (Agaricomycetes), on Oil Palm Biomass in Malaysia." *International Journal of Medicinal Mushrooms* 18 (10): 935–43. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.v18.i10.90>.

SUKIRAN, Mohamad Azri, Faisal ABNISA, Wan Mohd Ashri WAN DAUD, Nasrin ABU BAKAR, and Soh Kheang LOH. 2017. "A Review of Torrefaction of Oil Palm Solid Wastes for Biofuel Production." *Energy Conversion and Management* 149: 101–20. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.07.011>.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. n.d. “Búsqueda de Solicitudes de Patente/Modelo de Utilidad/PCT/Esquemas de Trazado.” Accessed January 8, 2018. <http://sipi.sic.gov.co/sipi/Extra/IP/PT/Qbe.aspx?sid=636513445999840496>.

SUPRIYA, Punia, Bala RAJNI, and Rana A. C. 2012. “Pelletization Techniques: A Literature Review.” *International Research Journal of Pharmacy* 3 (3): 43–47. <http://psu.summon.serialssolutions.com/search/results?spellcheck=true&q=pelletization+of+finest&x=0&y=0>.

SYED HASSAN, Syed Shatir A., and Siti Nor Izuera NOR AZEMI. 2016. “Gasification of Nickel-Preloaded Oil Palm Biomass with Air.” *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis* 11 (3): 262–72. <https://doi.org/10.9767/bcrec.11.3.566.262-272>.

SYED-HASSAN, S.S.A., S.N.I. NOR-AZEMI, and F.A. FUADI. 2014. “Adsorption and Dispersion of Nickel on Oil Palm Mesocarp Fiber.” *Chemical Engineering Transactions* 37 (February): 709–14. <https://doi.org/10.3303/CET1437119>.

SZULCZYK, Kenneth. 2013. “The Economics of the Malaysian Palm Oil Industry and Its Biodiesel Potential.” *SSRN Electronic Journal*.

T.K, Leo, Lesley D.E, Loo S.S, Herbrahimi M, Ahgwan Z.A, and Panandam J.M. n.d. “An Evaluation on Growth Performance and Carcass Characteristics of Integration (Oil Palm Plantation) and Feedlot Finished Bali Cattle.Pdf.”

TAKASHI, Tachibana. 2009. METHOD FOR PRODUCING BIODIESEL FUEL OIL. MYPI20094802A, issued 2009.

TAKAYUKI, Suzuki, Tanaka YASUNORI, and Fukuda HIROSHI. 2015. METHOD FOR PRODUCING BIOMASS FUEL. WO2017014028A1, issued 2015.

TAKUYA, Ito. 2009. DOCUMENT FEEDER, IMAGE READER AND IMAGE FORMING DEVICE. JP2009166342A, issued 2009.

TALBOT, G. 2011. "Saturated Fats in Foods and Strategies for Their Replacement: An Introduction." *Reducing Saturated Fats in Foods*, no. May: 3–28. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-740-2.50001-4>.

TALERO, G., S. RINCÓN, and A. GONZÁLEZ. 2017. "Torrefacción de Tusa y Fibra de Palma Africana (*Elaeis Guineensis*) Procedente de Los Llanos Orientales de and Fiber from the Colombian Eastern Plains . Measuring the Effect of Torrefaction Temperature on the Characteristics of Products" 38 (1): 27–47.

TAN, Y. N., M. K. AYOB, M. A. OSMAN, and K. R. MATTHEWS. 2011. "Antibacterial Activity of Different Degree of Hydrolysis of Palm Kernel Expeller Peptides against Spore-Forming and Non-Spore-Forming Bacteria." *Letters in Applied Microbiology* 53 (5): 509–17. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2011.03137.x>.

TAN, Yen Nee, Mohd Khan AYOB, and Karl R. MATTHEWS. 2013. "Comparative Antibacterial Activity of Tryptic-Hydrolyzed Palm Kernel Cake Proteins of Different Degrees of Hydrolysis." *Journal of Food Quality* 36 (6): 447–56. <https://doi.org/10.1111/jfq.12061>.

TAN, Yen Nee, Mohd Khan AYOB, and Wan Ahmad WAN YAACOB. 2013. "Purification and Characterisation of Antibacterial Peptide-Containing Compound Derived from Palm Kernel Cake." *Food Chemistry* 136 (1): 279–84. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.012>.

TAN, Yen Nee, Karl R. MATTHEWS, Rong DI, and Mohd Khan AYOB. 2012. "Bacteriostatic Mode of Action of Trypsin-Hydrolyzed Palm Kernel Expeller Peptide Against *Bacillus Cereus*." *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 4 (1): 59–65. <https://doi.org/10.1007/s12602-012-9091-1>.

TAN, Yew Ai. 2006. "By-Products of Palm Oil Extraction and Refining." *Oleagineux Corps Gras Lipides* 13 (1): 9–11. <https://doi.org/10.1051/ocl.2006.8888>.

TAPAL, Arun, Gerd E. VEGARUD, Ashoka SREEDHARA, Prajna HEGDE, Shashikala INAMDAR, and Purnima Kaul TIKU. 2016. "In Vitro Human Gastro-

Intestinal Enzyme Digestibility of Globulin Isolate from Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Var. *Tenera*) Kernel Meal and the Bioactivity of the Digest.” *RSC Adv.* 6 (24): 20219–29. <https://doi.org/10.1039/C5RA25232F>.

TENORIO, Carolina, Roger MOYA, Mario Tomazello FILHO, and Jorre VALAERT. 2015. “Quality of Pellets Made from Agricultural and Forestry Crops in Costa Rican Tropical Climates.” *BioResources* 10 (1): 482–98. <https://doi.org/10.15376/biores.10.1.482-498>.

THEN, Yoon Yee, Nor Azowa IBRAHIM, Norhazlin ZAINUDDIN, Hidayah ARIFFIN, and Wan Md Zin WAN YUNUS. 2013. “Oil Palm Mesocarp Fiber as New Lignocellulosic Material for Fabrication of Polymer/Fiber Biocomposites.” *International Journal of Polymer Science* 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/797452>.

TIONG, Y.W., C.L. YAP, S. GAN, and W.S.P. YAP. 2017. “Conversion of Oil Palm Biomass to Ethyl Levulinate via Ionic Liquids.” *Chemical Engineering Transactions* 56: 1021–26. <https://doi.org/10.3303/CET1756171>.

TIONG, Yong Wei, Chiew Lin YAP, Suyin GAN, and Winnie Soo Ping YAP. 2017. “One-Pot Conversion of Oil Palm Empty Fruit Bunch and Mesocarp Fiber Biomass to Levulinic Acid and Upgrading to Ethyl Levulinate via Indium Trichloride-Ionic Liquids.” *Journal of Cleaner Production* 168 (May): 1251–61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.050>.

TONGWEI GROUP. n.d. “About Tongwei.” Accessed December 12, 2017. <http://www.tongwei.com/intro/index.html>.

TORRE, Paolo, Francesco CHERCHI, Piero OTTONELLO, and Simone FERRERO. 2010. PRE-TREATED BIOMASS HAVING ENHANCED ENZYME ACCESSIBILITY. US13817859, issued 2010.

TORRES SALINAS, Daniel, and Evaristo JIMÉNEZ CONTRERAS. 2010. “Introducción y Estudio Comparativo de Los Nuevos Indicadores de Citación Sobre

Revistas Científicas En Journal Citation Reports y Scopus.” *El Profesional de La Informacion* 19 (2): 201–8. <https://doi.org/10.3145/epi.2010.mar.12>.

TSOUKO, Erminda, Vasiliki KACHRIMANIDOU, Anderson Fragoso DOS SANTOS, Maria Eduarda DO NASCIMENTO VITORINO LIMA, Seraphim PAPANIKOLAOU, Aline Machado DE CASTRO, Denise Maria Guimarães FREIRE, and Apostolis A. KOUTINAS. 2017. “Valorization of By-Products from Palm Oil Mills for the Production of Generic Fermentation Media for Microbial Oil Synthesis.” *Applied Biochemistry and Biotechnology* 181 (4): 1241–56. <https://doi.org/10.1007/s12010-016-2281-7>.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2017. “Palm Oil Production by Country in 1000 MT.” *Index Mundi*. 2017. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>.

UEMURA, Y., W. OMAR, T. TSUTSUI, D. SUBBARAO, and S. YUSUP. 2010. “Relationship between Calorific Value and Elementary Composition of Torrefied Lignocellulosic Biomass.” *Journal of Applied Sciences* 10 (24): 3250–56. <https://doi.org/10.3923/jas.2010.3250.3256>.

ULRICH, Madsen, and Petterson DAN. 2015. IMPROVED PROTEIN BIO-AVAILABILITY OF PALM KERNEL CAKE USING Milder Expeller Conditions and Enzymatic Treatment. WO2015197623A1, issued 2015.

UNDP, GEF, KTAK, and PTM. 2007. “Malaysia Generating Renewable Energy From Palm Oil Wastes.”

UNESCO. 2015. “UNESCO Science Report: Towards 2030.” Second. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406e.pdf>.

VARMAN, Mahendra, Hisashi MIYAFUJI, and Shiro SAKA. 2010. “Fractionation and Characterization of Oil Palm (*Elaeis Guineensis*) as Treated by Supercritical Water.” *Journal of Wood Science* 56 (6): 488–94. <https://doi.org/10.1007/s10086-010-1124-3>.

VERARDI, Alessandra, Emanuele RICCA, Isabella DE BARI, and Vincenza CALABRO. 2012. "Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass: Current Status of Processes and Technologies and Future Perspectives."

VILLAMIZAR, Camilo Andrés ÁLVAREZ, Juan Pablo. 2016. "VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE BIBLIOMÉTRICO ESPECIALIZADO." Universidad Industrial de Santander.

VILLAMIZAR, Camilo Andrés, and Juan Pablo ÁLVAREZ. 2016. "VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA EN COLOMBIA MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE BIBLIOMÉTRICO ESPECIALIZADO." Universidad Industrial de Santander.

WAMPLER, Thomas. 2007. *Applied Pyrolysis Handbook*.

WARID, Muhammad Nazmir Mohd, Hidayah ARIFFIN, Mohd Ali HASSAN, and Yoshihito SHIRAI. 2016. "Optimization of Superheated Steam Treatment to Improve Surface Modification of Oil Palm Biomass Fiber." *BioResources* 11 (3): 5780–96. <https://doi.org/10.15376/biores.11.3.5780-5796>.

WATANABE, Chisaki. 2017. "Japan's Green Energy Incentives Cast Spotlight on Controversial Use of Palm Oil." *The Japan Times*, 2017. <https://www.japantimes.co.jp/news/2017/11/09/business/japans-green-energy-incentives-cast-spotlight-controversial-use-palm-oil/#.Wus9qKQvzIU>.

WEERACHANCHAI, Piyarat, Chaiyot TANGSATHITKULCHAI, and Malee TANGSATHITKULCHAI. 2011. "Characterization of Products from Slow Pyrolysis of Palm Kernel Cake and Cassava Pulp Residue." *Korean Journal of Chemical Engineering* 28 (12): 2262–74. <https://doi.org/10.1007/s11814-011-0116-3>.

WEI, Guiju, Changhui LI, Hong WANG, Guiyun WU, Lijun ZHU, Zhenglie DAI, Tingmao LIAO, and Xin XIA. 2008. METHOD FOR PROCESSING OIL PALM FIBER. CN200810306374A, issued 2008.

WEIZHAO, Wu. 2016. SELENIUM-RICH HEALTHCARE PALM MEAL FISH FEED AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN105981993A, issued 2016.

WEN, Wang. 2014. RUBBER MIXING MILL TAIL GAS PURIFICATION SYSTEM PREVENTING EMULSIFIED OIL FROM FORMING OIL DIRT IN PIPELINE. CN201420323954U, issued 2014.

WEN, Wang. 2014. INTEGRATED OIL REMOVING AND DUST REMOVING DEVICE FOR RUBBER MIXING TAIL GAS. CN201420339902U, issued 2014.

WENWU, Qian, and Chen LI. 2014. SLOW-RELEASED FERTILIZER FOR GREENING PLANTS AND PREPARATION METHOD OF FERTILIZER. CN104072269A, issued 2014.

WIPO. 2018. "Clasificación Internacional de Patentes." 2018. <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>.

WIPO (World Intellectual Property Organization). n.d. "International Patent Classification."

https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP#!/CPC=B.

WONG, Hee Kum, and M. WAN ZAHARI. 2011. "Utilisation of Oil Palm By-Products as Ruminant Feed in Malaysia." *Journal of Oil Palm Research* 23 (AUGUST): 1029–35.

WOOK, Kim Dong, Yim Jae HONG, Woo Seong MIN, Han Gwang HYUN, and Sung Yong JOO. 2012. CONTROLLED RELEASING FERTILIZER COMPLEX AND PREPARATION METHOD THEREOF. KR20120049383A, issued 2012.

WP7, REBEL. 2018. "Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass." Enzymatic Hydrolysis. 2018.

<http://www.responsiblebusiness.eu/display/rebwp7/Hydrolysis+of+lignocellulosic+biomass>.

WU, Qibai, Thien Ching QIANG, Guoxun ZENG, Haiyan ZHANG, Ye HUANG, and Yaodong WANG. 2017. "Sustainable and Renewable Energy from Biomass Wastes in Palm Oil Industry: A Case Study in Malaysia." *International Journal of Hydrogen Energy* 42 (37): 23871–77. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.03.147>.

WU, Yanggyu, Jing BIAN, Yongqi ZHANG, Shuzhong SUN, Zongliang ZHOU, Xliapeng ZHENG, and Qing LUO. 2009. METHOD FOR PRODUCING AND BLEACHING SLASHER SIZING WITH OIL WINDMILL PALM EMPTY FRUIT FIBRE. CN200910021484A, issued 2009.

XIAODONG, Xu. 2017. CHINESE HERBAL MEDICINE CONTAINING SPECIAL FEED FOR MEAT CHICKENS. CN106578612A, issued 2017.

XIUFENG, Zhu, Sun JUFU, Dai YUJUN, Zhu PENXIN, and Wang PENGCHENG. 2015. MULTI-FIBER ANTI-CRACKING INTERIOR WALL LATEX PAINT USED FOR BUILDING DECORATION AND PREPARATION METHOD OF MULTI-FIBER ANTI-CRACKING INTERIOR WALL LATEX PAINT. CN201510473044A, issued 2015.

XUEPING, Wen, Deng YAN, Guo SHUFENG, Liu XINJIAN, Li YUE, and Hu JUNPENG. 2010. WENCHANG CHICKEN FEED CONTAINING CORN STARCH AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN102090540B, issued 2010.

YAAKUB, H., M. MASNINDAH, G. SHANTHI, S. SUKARDI, and A. R. ALIMON. 2009. "The Effects of Palm Kernel Cake Based Diet on Spermatogenesis in Malin × Santa-Ines Rams." *Animal Reproduction Science* 115 (1–4): 182–88. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.006>.

YAN, Deng, Wen XUEPING, Guo SHUFENG, Liu XINJIAN, Li YUE, Hu JUNPENG, and Zhang JINWEI. 2010. DUCK FEED CONTAINING PALM KERNEL MEAL AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN102038113B, issued 2010.

YANG, Bin, Ziyu DAI, Shi-You DING, and Charles E WYMAN. 2011. "Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass." *Biofuels* 2 (4): 421–49. <https://doi.org/10.4155/bfs.11.116>.

YANG, Haiping, Rong YAN, Hanping CHEN, Dong H. LEE, David Tee LIANG, and Chuguang ZHENG. 2006. "Mechanism of Palm Oil Waste Pyrolysis in a Packed Bed." *Energy and Fuels* 20 (3): 1321–28. <https://doi.org/10.1021/ef0600311>.

YIQING, He. 2016. HIGH-WEAR-RESISTANT AND HIGH-OIL-RESISTANT FIREPROOF COATING AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201611011176A, issued 2016.

YONG, Bing, Hong ZHENG, and Feng CHEN. 2012. ENVIRONMENTAL-FRIENDLY ENERGY-SAVING OIL BATH TYPE AIR FILTER. CN201210312158A, issued 2012.

YONGSHANG, Guo, Wang YUDING, Ni TIFANG, Gong WANBING, Lin QINGSHAN, and Cai LIANGLIANG. 2015. METHOD FOR PRODUCING NOVEL PALM FIBER POLYMERIC MATERIAL. CN201510065291A, issued 2015.

YONGSHANG, Guo, Wang YUDING, Ni TIFANG, Gong WANBING, Lin QINGSHAN, and Cai LIANGLIANG. 2015. BRAIDING PRODUCTION METHOD OF PALM FIBER GEOTEXTILES. CN201510065009A, issued 2015.

YOSHIMITSU, Uemura, Omar WISSAM N., Tsutsui TOSHIO, and Yusup SUZANA B. 2011. "Torrefaction of Oil Palm Wastes." *Fuel* 90 (8): 2585–91. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.03.021>.

YUEN, MAY CHOO, FOON CHENG SIT, LIANG YUNG CHEE, NANG HARRISON LAU NIK, NGAN MA AH, and BASIRON YUSOF. 2008. PALM DIESEL WITH LOW POUR POINT. SG142118A1, issued 2008.

YUEN, May Choo, Foon Cheng SIT, Liang Yung CHEE, Nang Harrison NIK, Ngan Ma AH, and Basiron YUSOF. 2009. PALM DIESEL WITH LOW POUR POINT FOR COLD CLIMATE COUNTRIES. US2009199463A1, issued 2009.

YULIN, Wang, Luang XINHONG, Lyu QIUFENG, Wang ZHENYONG, and Wang LIJUAN. 2014. SAVING-TYPE DAILY RATION FOR LAYING HENS DURING EGG LAYING PEAK AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN104171538A, issued 2014.

YUZIR, A., A. SABRI, H. TIJANI, N. ABDULLAH, and C. SHREESHIVADASAN. 2017. "Qualitative Methods to Identify Potential Strains for Partial Degradation of Oil Palm Mesocarp Fibre." *Desalination and Water Treatment* 89: 20656. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.20656>.

ZAHARI, A.R. Alimon¹ and W.M. Wan. 2015. "Recent Advances in the Utilization of Oil Palm By-Products As Animal Feed." *PhD Proposal* 1: 1–14. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

ZAIN, M., J. RAHMAN, and KHASRAD. 2014. "Effect of Palm Oil by Products on In Vitro Fermentation and Nutrient Digestibility." *Animal Nutrition and Feed Technology* 14 (1): 175–81.

ZAIN, Mardiaty, Jurnida RAHMAN, KHASRAD, and ERPOMEN. 2015. "In Vitro Fermentation Characteristics of Palm Oil Byproducts Which Is Supplemented with Growth Factor Rumen Microbes." *Pakistan Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3923/pjn.2015.625.628>.

ZAKARIA, Mohd Rafein, Satoshi HIRATA, and Mohd Ali HASSAN. 2014. "Combined Pretreatment Using Alkaline Hydrothermal and Ball Milling to Enhance Enzymatic Hydrolysis of Oil Palm Mesocarp Fiber." *Bioresource Technology* 169 (May): 236–43. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.06.095>.

ZAKARIA, Mohd Rafein, Mohd Nor Faiz NORRAHIM, Satoshi HIRATA, and Mohd Ali HASSAN. 2015. "Hydrothermal and Wet Disk Milling Pretreatment for High Conversion of Biosugars from Oil Palm Mesocarp Fiber." *Bioresource Technology* 181 (May): 263–69. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.01.072>.

ZAPATA S., Andrés J., Gabriel Fernando TALERO ROJAS, Sonia Lucia RINCÓN PRAT, and Andres GONZALEZ HASSIG. 2017. "Peletización de Tusa y Fibra de Palma Africana Torrefacta: Evaluación Del Efecto de La Temperatura de Peletización y de Torrefacción En La Peletización y La Calidad de Los Pellets." *Revista Palmas* 38 (2): 63–84.

ZAPATA S., Andrés J., Gabriel Fernando TL, Sonia Lucia RINCÓN PRAT, and Andres GONZALEZ HASSIG. 2017. "Peletización de Tusa y Fibra de Palma Africana Torrefacta: Evaluación Del Efecto de La Temperatura de Peletización y de Torrefacción En La Peletización y La Calidad de Los Pellets." *Revista Palmas* 38 (2): 63–84.

ZAREI, Mohammad, Afshin EBRAHIMPOUR, Azizah ABDUL-HAMID, Farooq ANWAR, and Nazamid SAARI. 2012. "Production of Defatted Palm Kernel Cake Protein Hydrolysate as a Valuable Source of Natural Antioxidants." *International Journal of Molecular Sciences* 13 (7): 8097–8111. <https://doi.org/10.3390/ijms13078097>.

ZENG, Hualiang. 2011. ROLLING FLANGE CAM TYPE CIRCULAR WEAVING MACHINE. CN201110343167A, issued 2011.

ZHENG, Junlin. 2011. CANDLE WITH PALM FIBER WICK. CN201120342231U, issued 2011.

ZHENG, Yajun, Yan LI, Youlin ZHANG, Runguang ZHANG, Yufeng ZHANG, and Songlin ZHAO. 2015. "Effects of Limited Enzymatic Hydrolysis, PH, Ionic Strength and Temperature on Physicochemical and Functional Properties of Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Kernel Expeller Protein." *Journal of Food Science and Technology* 52 (11): 6940–52. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1839-7>.

ZHIHUI, Fan. 2014. MULTIPLE-EFFECT GRASS CARP FEED AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN104068210A, issued 2014.

ZHONGZHU, Lu, and Sun MIAOMIAO. 2016. EFFICIENT FLAMMULINA VELUTIPES CULTURE MEDIUM PREPARED BY COMPOSTING CHICKEN MANURE, AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN201610893495A, issued 2016.

ZONGWEN, Wu. 2016. DISEASE-RESISTANT WEIGHT-GAINING PIG FEED AND PREPARATION METHOD THEREOF. CN105394394A, issued 2016.

ZONGYONG, Chen, Shi XIAOBING, Shi WEI, Liao TINGMAO, Zhang TANGQING, and Xu Yi. 2013. HOT PRESS MOLDING METHOD OF PALM MATTRESS AND DEVICE. CN201310238526A, issued 2013.

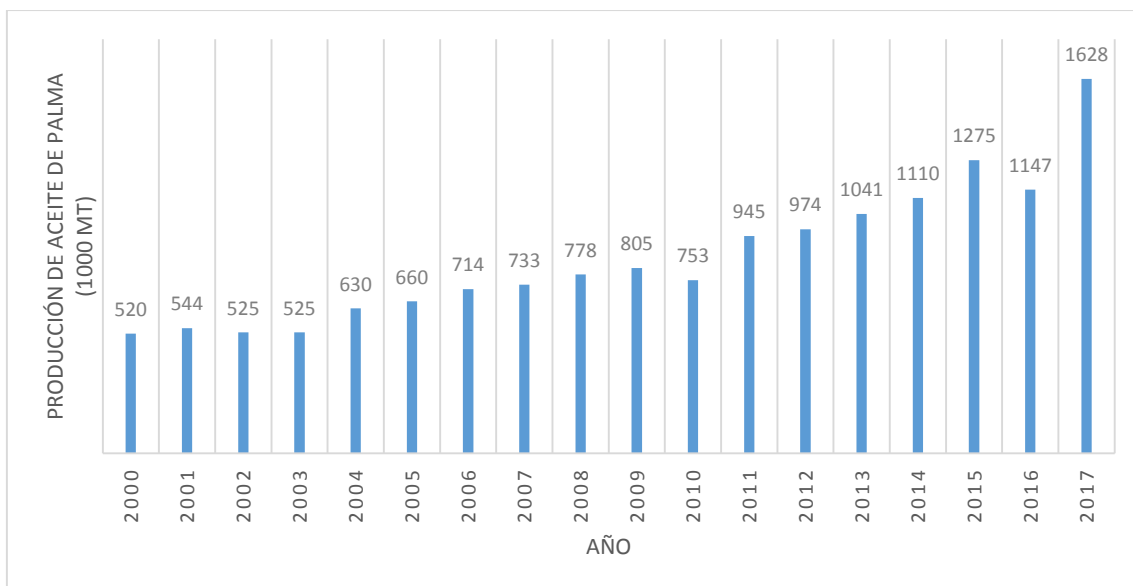
ANEXO A: Listado de países que lideran el ranking de producción de aceite de palma para el 2017

PAÍS	PRODUCCIÓN (1000 MT)
Indonesia	38500
Malasia	20500
Tailandia	2700

Colombia	1628
Nigeria	970
Guatemala	740
Ecuador	593
Honduras	545
Papúa Nueva Guinea	530
Ghana	520
Costa de Marfil	415
Brasil	410
Camerún	300
Costa Rica	270
República Democrática del Congo	215
India	200
Perú	166
México	140
Filipinas	105
Angola	58
República Dominicana	53
Benín	50
Guinea	50
Liberia	42
Sierra Leona	36
Venezuela	15
Senegal	14
Togo	9

Fuente: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Palm Oil Production by Country in 1000 MT. Index Mundi. Available at: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>. Accessed April 18, 2018, 2017.

ANEXO B. Historial de producción de aceite de palma en colombia



Fuente: FEDEPALMA. Entorno económico y desempeño del sector palmero en 2016 y perspectivas 2017. 2017.; FEDEPALMA. El Palmicultor 2018;Febrero(552):1–28.

ANEXO C. Resultados de la búsqueda de patentes en la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

En la base de datos de la superintendencia se consultó en la sección de “solicitudes de Patente/Modelo de Utilidad/PCT/Esquemas de Trazado”, se utilizaron las palabras claves de cada uno de los subproductos en estudio, donde los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Fibra de fruta

Como resultado se hallaron dos patentes solicitadas, para elaborar nuevos productos con el empleo de la fibra de la fruta como parte de las materias primas. Las áreas de estudio de las patentes son: la fabricación de productos laminados y preparación de suplementos alimenticios para la cría de animales. La primera, fue negada y la segunda aún se encuentra en requerimiento de examen de fondo, esto es cuando la SIC examina si la solicitud cumple con los requisitos de patentabilidad.

Patentes registradas en la Superintendencia de Industria y Comercio que aprovechan la fibra de la fruta.

Aplicación/ Estado	Datos de la Patente	Resumen
Productos laminados (papel)/ Negada	<p style="text-align: center;">13275622 22 Noviembre 2013</p> <p>Proceso de obtención de una pulpa para la elaboración de papel y productos descartables a partir de biomasa residual de palma africana.</p> <p style="text-align: center;">MULTIDIMENSIONALES S.A.S.</p>	<p>En la presente invención se divulgan los procesos para la elaboración de papel a partir de fibra residual de palma africana. Este se compone de 3 etapas: i) La primera es un pre-tratamiento de la materia prima donde se corta el material, se mezcla con un aditivo para pasarlo por el bioextrusor y secarlo. ii) La segunda etapa constituye la deslignificación química -mecánica, implica sumergir el material en una solución alcalina, para luego someterlo a refinamiento por pulpeo, luego la fibra se filtra para separarla del licor negro residual, por último se centrifuga el material separado. iii) La tercera es una etapa adicional donde se trata la pulpa obtenida, se seca la pulpa hasta el 10% de contenido de humedad, también se bate para alcanzar grados óptimos de homogenización. Finalmente se incorporan aditivos necesarios</p>

		para mejorar las propiedades físico mecánicas de la pulpa, estos son seleccionados entre aglutinantes, espesantes, agentes de desmolde, entre otros.
<p>Cría de animales (suplemento dietario)/</p> <p>Requerimiento de examen de fondo</p>	<p>16051704 31 Agosto 2016</p> <p>Proceso de aprovechamiento de una fracción de las fibras de prensado generadas en la extracción de aceite de palma.</p> <p>PHINA BIOSOLUCIONES S.A.S.</p>	<p>La presente invención pertenece al campo de la producción nutricional para animales y se refiere a un proceso de aprovechamiento de las fibras de prensado generadas durante la extracción de aceite de palma que consta de tres etapas fundamentales: i) La primera de ellas se basa en la separación mediante métodos físicos de una fracción de las fibras de prensado resultantes de la extracción del aceite de palma, donde dicha fracción corresponde a un material granulado compuesto por residuos de las celdas que contienen el aceite de palma y un material fibroso muy fino; ii) La segunda etapa corresponde al acondicionamiento del producto, en donde es necesario llevar a cabo un proceso de secado (con el fin de reducir la humedad y concentrar las propiedades nutricionales), seguido de los procesos de empaquetamiento y almacenamiento; iii) La tercera etapa es la aplicación del producto como suplemento dietario a diferentes especies como lo son los animales de engorde, rumiantes entre otros.</p>

Fuente:. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Búsqueda de solicitudes de Patente/Modelo de Utilidad/PCT/Esquemas de Trazado. Available at: <http://sipi.sic.gov.co/sipi/Extra/IP/PT/Qbe.aspx?sid=636513445999840496>. (Accessed January 8, 2018), n.d.

Torta de palmiste

Como resultado se halló una patente solicitada, para elaborar nuevos productos a partir de la torta de palmiste. El área de estudio de la patente es el de procesos en el que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico, donde al ser evaluada por la SIC esta fue negada.

Patentes registradas en la Superintendencia de Industria y Comercio que aprovechan la torta de palmiste.

Aplicación/ Estado	Datos de patente	Resumen
<p>Procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico.</p> <p>Negada</p>	<p>10058030 14 Mayo 2010</p> <p>Degradación enzimática de sustratos que comprenden manano.</p> <p>NOVOZYMES A/S</p>	<p>El objetivo de la presente invención es suministrar procesos mejorados, incluyendo los procesos de fermentación, que comprenden la hidrólisis enzimática de tanto el manano como de la celulosa presente en la torta de semilla de palma. En un primer aspecto la invención se relaciona con un proceso para convertir un material que contiene manano en un producto de fermentación, el proceso comprende; a) formar una suspensión acuosa que comprende el material que contiene manano, b) poner en contacto la suspensión con una composición de enzima que comprende las actividades de enzima de celulasa, mananasa, y manosidasa y que produce un hidrolizado soluble, c) poner en contacto el hidrolizado soluble con un organismo fermentador para producir un producto de fermentación.</p>

Fuente: SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Búsqueda de solicitudes de Patente/Modelo de Utilidad/PCT/Esquemas de Trazado. Available at: <http://sipi.sic.gov.co/sipi/Extra/IP/PT/Qbe.aspx?sid=636513445999840496>. (Accessed January 8, 2018), n.d.

ANEXO D. Caracterización de la composición de la fibra de fruta y de la torta de palmiste.

Componentes de la fibra de la fruta.

Componentes	Cantidad	Componentes	Cantidad
*Carbón (%)	49,61	*Lignina (%)	21,79
*Nitrógeno (%)	0,42	*Celulosa (%)	33,21
*Azufre (%)	0,06	*Hemicelulosa (%)	16,58
*Cenizas (%)	8,44	*Extractivos (%)	19,34
**PCS (KJ/Kg)	19,201	*Humedad (%)	5,89
Volatilidad a 600°C	69,39		

*Los porcentajes en peso son en base seca

**Poder Calorífico Superior

Fuente: CÁRDENAS Mónica, YANEZ Edgar, GARCÍA Jesús. Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia. Rev Palmas. 2010;31(2):41–8.; GARCÍA N. Jesus Alberto. Determination of Kinetic Constants and Thermal Modeling of Pyrolysis of Palm Oil Mill Solid Wastes. Universidad del Valle, 2005.

Componentes de la torta de palmiste.

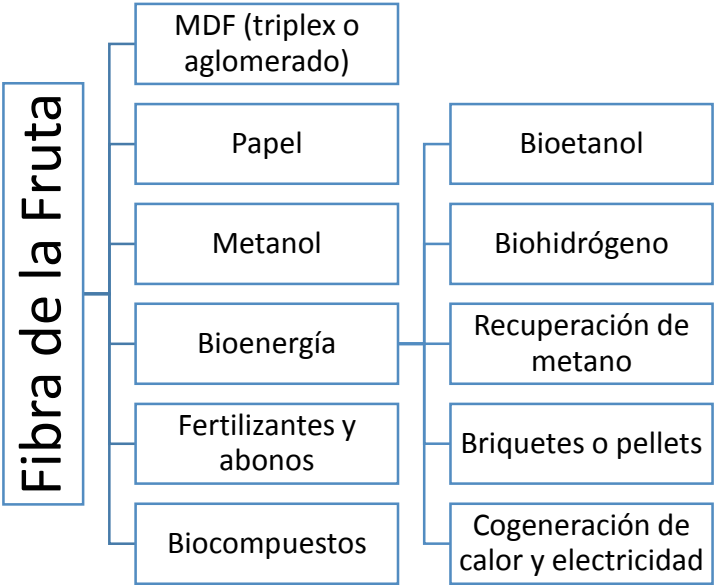
Componentes	Cantidad	Componentes	Cantidad
Lignina (%)	6,32	Carbohidratos (%):	51,9
Proteína (%)	32,2	- Glucanos: 31,7	
Humedad (%)	3,8	- Xilanos: 14,3	
Cenizas (%)	7,02	- Galactanos: 2,9 - Arabinanos: 3	

Fuente: RODRÍGUEZ C. Rosa M, SUÁREZ H. J, TÁMBARA H. Yanet. Caracterización de la torta obtenida del prensado del fruto de *Jatropha curcas*. Pastos y Forrajes. 2016;39(1):72–5.

ANEXO E. Listado de artículos que dan soporte de las aplicaciones y/o procesos para el aprovechamiento de la fibra de la fruta.

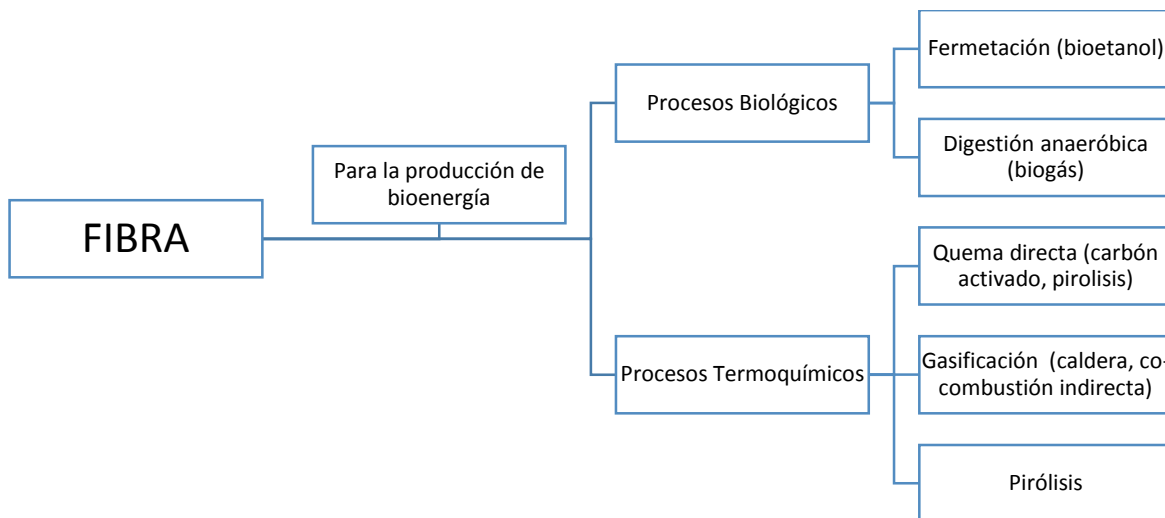
Como resultado preliminar con la VT se identifican alternativas tecnológicas para aprovechar la fibra de la fruta como materia prima renovable se pueden observar a continuación.

Diagrama de las aplicaciones para el aprovechamiento de la fibra de la fruta.



Fuente: SIERRA Juan, SIERRA Lucellys, OLIVERO Jesus. Potencial económico de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq). Agron Mesoam. 2017;28(2):523–34.

Diagrama de los procesos que se pueden aplicar a la fibra de la fruta para la producción de bioenergía.



Fuente: MOHAMMED M, SALMIATON A, WAN W, MOHAMMAD M, FAKHRU'L A, TAUFUQ Y. Hydrogen rich gas from oil palm biomass as a potential source of renewable energy in Malaysia. Renew Sustain Energy Rev. 2011;15(2):1258–70.

Aplicación/ Proceso	Descripción
Gasificación	Este estudio investiga la gasificación de biomasa de palma de aceite precargados con níquel como un enfoque alternativo catalítico para producir gas de síntesis limpio, para autoconsumo. Para eliminar el uso de un catalizador soporte, se añadió níquel directamente a la fibra de la palma a través de intercambio iónico al usar una solución acuosa de nitrato de níquel. Se encontró que las especies de níquel se dispersan muy bien en la biomasa, lo que mejora la producción de gas y reduce el contenido de alquitrán en el gas de productor durante la gasificación de biomasa.
Peletización/ Desificación	En esta investigación desarrollan un proceso para producir briquetas, que pueden ser usadas para combustión, para venta como combustible y para alimentar ganado y búfalos. El proceso utiliza la fibra de la fruta y la cáscara de la nuez,

	<p>en una razón 60:40 basada en la producción por año de cada subproducto. También las que esta hechas de solo fibra tienen buena resistencia y durabilidad. Se necesita un aglomerante en el proceso como almidón y agua. Se sugiere que después de la densificación se realiza una torrefacción humedad para mejorar el rendimiento de los pellets.</p>
<p>Torrefacción</p>	<p>El proceso de torrefacción tiene dos utilidades: para degradar las fibras de la biomasa o como pre-tratamiento para aumentar el poder calorífico de la misma. En este trabajo, la biomasa consiste en el racimo de fruta vacío (EFB), fibra de la fruta y cáscara de nuez de palma (PKS). El proceso se llevó a cabo a diversas temperaturas de 240 ° C, 270 ° C y 300 ° C con un tiempo de residencia de 60 minutos. A continuación, se observó la morfología de la biomasa cruda y torrefactada a través de microscopía electrónica de barrido (SEM) de imágenes. También, a través de este experimento se estudió la correlación entre las temperaturas de torrefacción con los gases volátiles liberados. De la observación, la estructura de la morfología de la biomasa exhibió vacíos entre las partículas debido a la liberación de gases volátiles y obviamente se ve más a temperaturas más altas. Por otra parte, el cambio de la estructura de la biomasa se ve influenciada por la alteración de la biomasa lignocelulósica.</p>
<p>Pirólisis: Bioaceite y carbón activado</p>	<p>La pirólisis genera biocombustibles y biocarbones, que son productos de alto valor calorífico que pueden ser vendidos en biorefinería o utilizados en la planta de beneficio. La fibra de mesocarpio de palma de aceite de y hojas de palma se desvolatilizaron respectivamente por pirólisis a OPMF-aceite y PF-aceite de bioaceites y carbones activados, carbón</p>

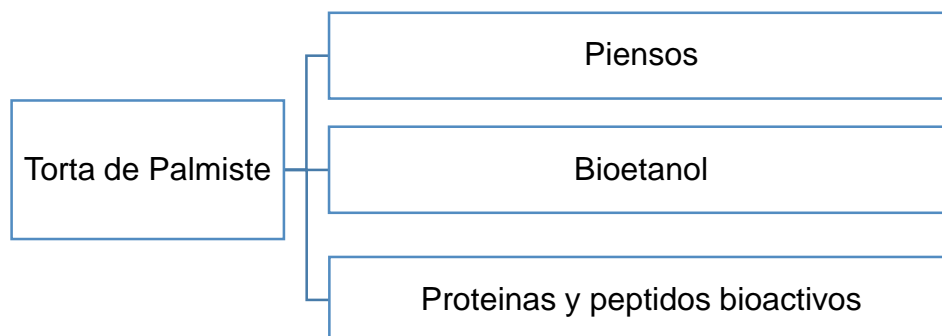
	<p>OPMF y PF en un reactor de lecho fijo y calentamiento lento. En particular, el OPMF-aceite y PF-aceite se produjeron a un rendimiento máximo de 48% en peso y 47% en peso de bioaceites a 550 y 600 °C respectivamente. La baja relación O/C favorece el valor calorífico. El aceite obtenido contiene carbonilos oxigenados y compuestos aromáticos convenientes para el procesamiento de químicos de alta calidad y combustible.</p>
<p>Biocompuestos</p>	<p>En este documento se plantea la fabricación de nuevos biocompuestos, que consisten en poli (succinato de butileno) (PBS) y diversos contenidos (0-70% en peso) de fibra de palma de aceite (OPMF) o el racimo vacío de la palma (OPEFBF) fueron fabricados por mezcla en estado fundido y moldeados por prensado en caliente posteriormente. Las propiedades de tensión, de flexión y el impacto de los biocompuestos fueron evaluados y comparados. Se observó la mejora del módulo de flexión de 200 o 150% para el biocompuesto de PBS con una mezcla 70% en peso de OPMF.</p>
<p>Fertilizantes</p>	<p>En este estudio se plantea la fabricación de nuevos fertilizantes para utilizar en la plantación de palma de aceite. La fabricación emplea la mezcla de fibra, lodo deshidratado, cascara de arroz y un fertilizante orgánico se mezclan con tierra para su incubación de 0-90 días. La mineralización de nitrógeno depende del periodo de incubación, durante los 60-90 días se presentó alta mineralización en el suelo que tenían inoculado <i>S. rolfsii</i> comparado con el que no lo tenía, a excepción de la mezcla usada para emendar el suelo. Esta</p>

	<p>contenía fibra de la fruta a 5g/kg y cascará de arroz, por lo que la fibra tiene el potencial de ser utilizado para mejorar la fertilidad del suelo con menor posibilidad de incrementar enfermedades vinculadas al suelo/raíces de la planta.</p>
<p>Digestión Anaerobia</p>	<p>La digestión anaerobia es una técnica que aprovecha la biomasa para producir biogás, que puede ser utilizado para autoconsumo. La fibra fue pre-tratada con hongos ostras para descomponer la estructura compleja de lignina con actividades microbianas, y mejorar la eficiencia de la digestión anaeróbica. De las muestras procesadas en los reactores la de más biogás acumulado (29,16%) fue la de fibra de la fruta sometida a digestión anaerobia con estiércol vacuno y cubierta con efluente de la planta de aceite de palma en modo batch por 5 días y luego en semicontinuo por hasta los 30 días. Este resultado indica que esta mezcla con el procedimiento de pre tratamiento tiene potencial para la producción de biogás.</p>

ANEXO F. Listado de artículos que dan soporte de las aplicaciones y/o procesos para el aprovechamiento de la torta de palmiste.

En la búsqueda, se encontró algunas aplicaciones para aprovechar la torta de palmiste y se pueden presentar a continuación.

Diagrama de las aplicaciones para el aprovechamiento de la Torta de Palmiste.



Fuente: SIERRA Juan, SIERRA Lucellys, OLIVERO Jesus. Potencial económico de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). Agron Mesoam. 2017;28(2):523–34.

APLICACIÓN/ PROCESO	DESCRIPCIÓN
Alimento para animales	Se plantea la mezcla de torta de palmiste con polvo de hoja de katuk para mejorar el rendimiento de la producción de carne de caprino. El estudio mostró que los niveles de testosterona de los caprinos incrementan después de consumir esta mezcla. Por lo que este estudio podría dirigir la producción de carne caprina al desarrollo del concepto de tecnología limpia, verde y ética en el futuro.
Peletización	Procesar la torta de palmiste para convertirla en un combustible uniforme por medio de la peletización es una opción atractiva para el uso de subproductos como fuente de energía renovable para autoconsumo. Las mejores condiciones para la producción de pellets de torta son 64,38MPa, 80-100°C y 7,9% de humedad, al conseguir una densidad de 1184-1226 kg/m ³ , resistencia a la tensión

	<p>930-1007kPa, si se le adiciona soda caustica (1,5-2,0%P/P) en estas condiciones aumenta su resistencia a la tensión hasta 3055 kPa mientras que aditivos de almidón no fueron encontrados como aglomerantes efectivos (28-47£/ton).</p>
Bioetanol	<p>La torta de palmiste es rico en maltotetrosa, por lo que se presenta como una materia prima potencial para la producción de biocombustibles y químicos en biorefinerías. Se utiliza <i>Geobacillus Thermoglucosidasius</i> un etanologeno termofílico capaz de utilizar oligosacáridos de cadena corta para la producción de etanol, a partir de torta hidrolizada.</p>
Bioactivos	<p>En este estudio se hace referencia al uso de <i>Aspergillus niger</i> para la producción de lipasa extracelular, para el sector farmacéutico, por medio de la fermentación en estado sólido de salvado de arroz, torta de palmiste, torta de cacahuate y almidón, en una razón 5:5:3:1 (%P/P) con unas condiciones óptimas de 60% de humedad, 1% de inóculo a un pH: 7, con una T: 30°C y una incubación de 72h.</p>

ANEXO G. Descripción de las áreas de investigación de la fibra de fruta

Distribución mundial porcentual de las áreas de investigación de la fibra de fruta durante el periodo 2007 - 2017.

Área de investigación	Publicaciones	Porcentaje
Ciencias ambientales	22	20 %
Energía	19	17 %
Ingeniería	19	17 %
Ingeniería Química	17	15 %
Química	7	6 %
Ciencia de los materiales	6	5 %
Agricultura y Ciencias biológicas	4	4 %
Multidisciplinario	4	4 %
Negocios y administración	3	3 %
Tierras y ciencias planetarias	2	2 %
Economía y finanzas	2	2 %
Inmunología y microbiología	2	2 %
Ciencias sociales	2	2 %
Farmacología, toxicología y farmacia	1	1 %
Física y astronomía	1	1 %

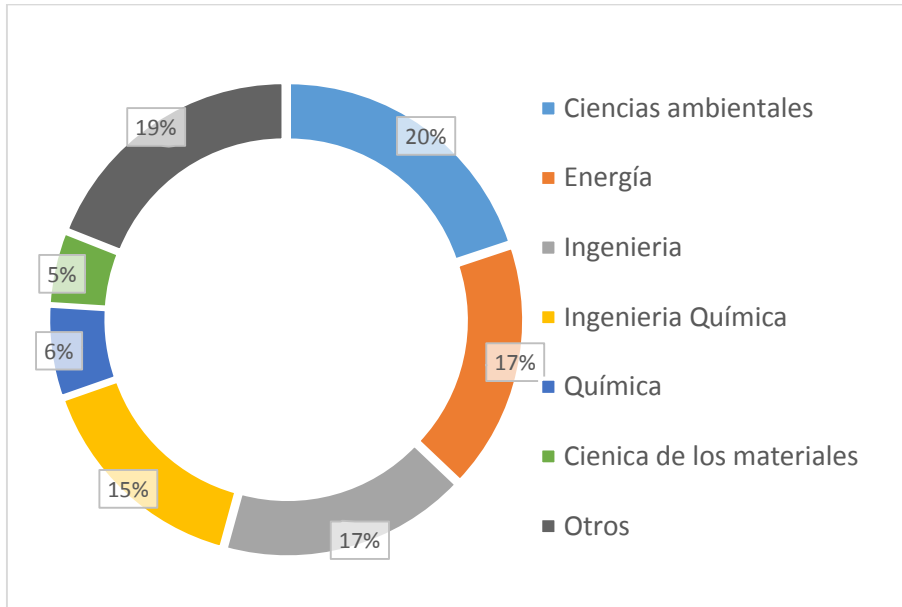
Por otro lado, la gran mayoría de los trabajos realizados con fibra de fruta tiene como área de conocimiento las ciencias ambientales, que corresponde a un 20% del total de los registros encontrados en este tema. Otras aplicaciones de importancia son las áreas relacionadas con la energía y las ingenierías. Se presentan otras líneas de conocimiento que podría considerarse como aplicaciones emergentes para la fibra de fruta en los campos que corresponden a otros como la farmacología, toxicología, inmunología, la ciencia de los materiales, la agricultura, entre otras¹⁰³⁻¹⁰⁵.

¹⁰³ SIERRA Juan, SIERRA Lucellys, OLIVERO Jesus. Potencial económico de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). *Agron Mesoam*. 2017;28(2):523–34.

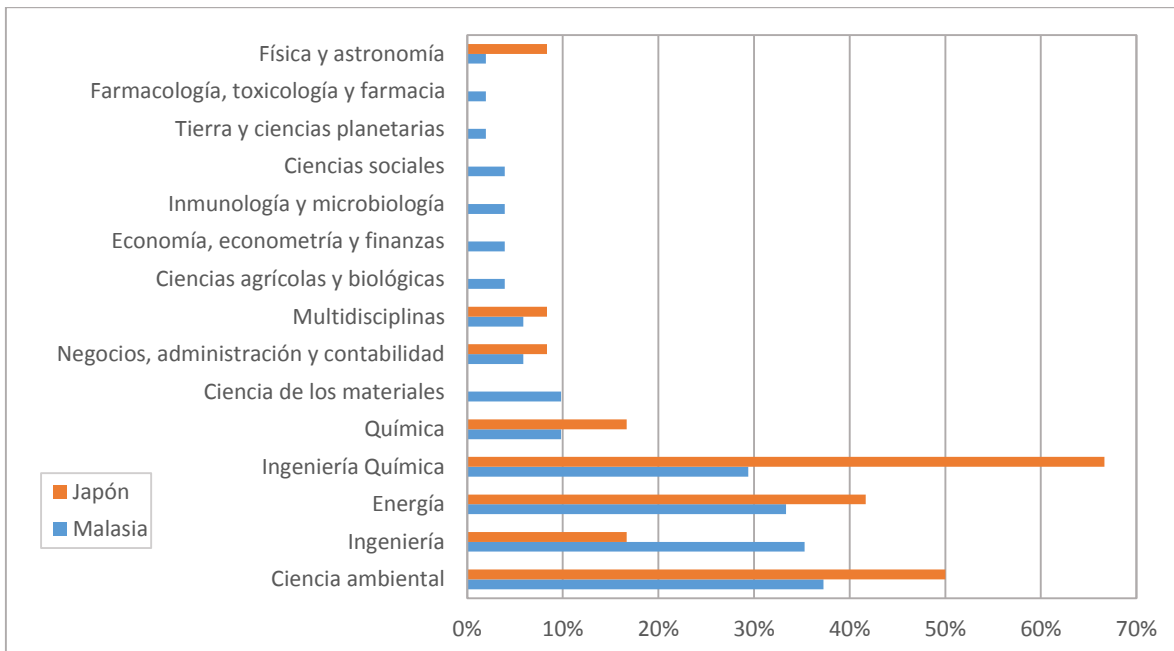
¹⁰⁴ SUDHEER Surya, ALI Asgar, MANICKMAN Sivakumar. Investigation of Requisites for the Optimal Mycelial Growth of the Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes), on Oil Palm Biomass in Malaysia. *Int J Med Mushrooms*. 2016;18(10):935–43.

¹⁰⁵ KORMIN Shaharuddin, RUS Anika Zafiah M, AZAHARI M Shafiq M. Thermal properties of biopolyol from oil palm fruit fibre (OPFF) using solvolysis liquefaction technique. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2017;244(1).

Distribución porcentual de las áreas de investigación de la fibra de la fruta.



Distribución porcentual de las áreas de investigación en Malasia y Japón de la fibra de fruta durante el periodo 2007 - 2017.



ANEXO H. Descripción de las empresas solicitantes de patentes sobre fibra de fruta

Malaysian Palm Oil Bord (MPOB) (MY): es una agencia gubernamental encargada de servir a la industria del aceite de palma del país. Su función principal es promover y desarrollar los objetivos, las políticas y prioridades nacionales para el bienestar de la industria del aceite de palma de Malasia

Grain Processing Corporation (GPC) (US): es una compañía de propiedad privada que se encarga de fabricar, distribuir y comercializar alimentos especificados por el cliente, productos nutracéuticos e industriales de calidad insuperable

China Steel Corporation (CSC) (TW): esta empresa fabrica una gama de productos del sector del acero. Sin embargo para mejorar su sinergia operativa CSC ha diversificado sus negocios. Actualmente CSC y sus veintiséis (26) subsidiarias constituyen el “CSC Group” y trabajan en cinco áreas comerciales: acero, ingeniería y construcción, industria de materiales, logística y servicios e inversiones

Palmeco Tech (CN): Es una empresa fundada con el fin de vender una nueva placa de construcción como alternativa ecológica, PalmEco™, hecha principalmente de residuos de palma reciclado en una matriz de óxido de magnesio, un mineral abundante. Entre sus propiedades se encuentra que es resistente al fuego y a la humedad. El proceso de fabricación en realidad absorbe una cierta cantidad de dióxido de carbono y en general es casi carbono neutral, consume muy poca energía y no contamina el agua, por lo que tiene un impacto ambiental muy bajo

Fujian HAI SI Watercraft Evaluation Consulting Co. Ltd. (CN): Esta empresa se ocupa de la valoración de embarcaciones, análisis de pruebas pertinentes de materiales marítimos, informe de consultoría en investigación de la industria, consultoría de gestión empresarial, el razonamiento de la industria de los salarios, estudios de mercado, análisis de la industria, consultoría de costos, asuntos marítimos, consulta de información, marketing, desarrollo de tecnologías, ASSA mercado del transporte marítimo

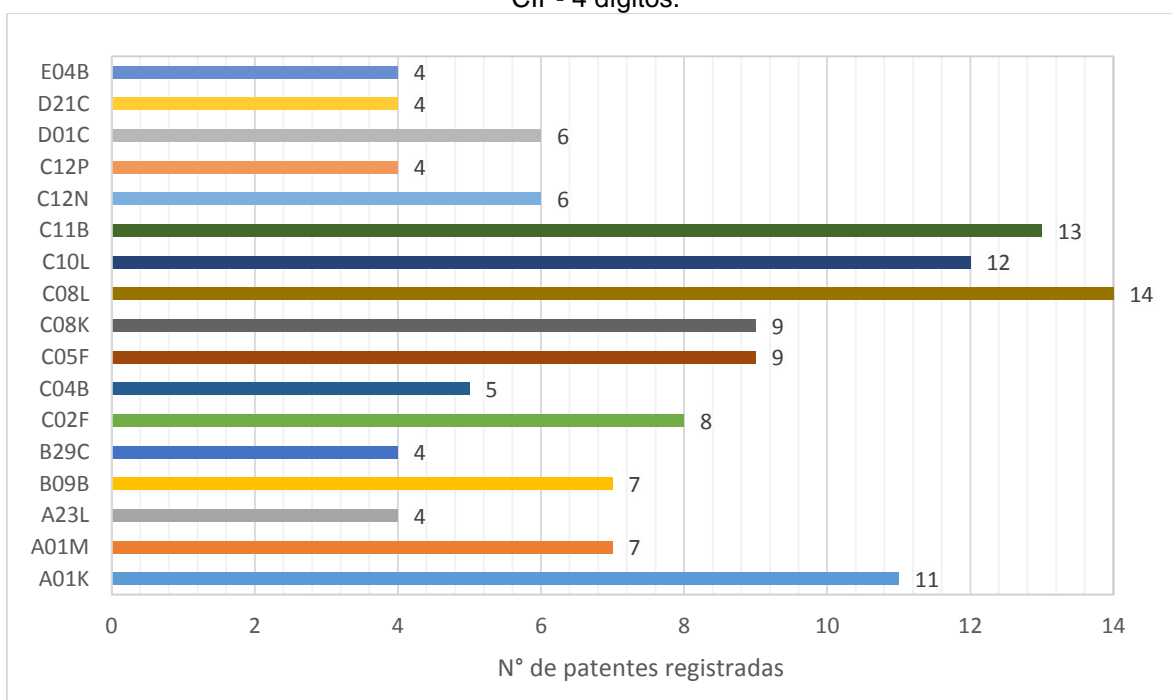
Guizhou Symbiotic Technology Co., Ltd. (CN): Está especializada en I+D, producción, venta y servicio de conexión de panel solar, enlazador LED y demás productos periféricos. La empresa invierte en la innovación de productos, y mantiene el diseño y el desarrollo de excelentes y no defectuosos productos

Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) (KR): Los cuatro campos de investigación principales en los que se enfoca el instituto son el desarrollo de tecnologías de proceso químico respetuoso con el medio ambiente, el desarrollo de materiales químicos ecológicos de alto valor añadido, la adquisición de nuevas sustancias para el tratamiento de enfermedades, y el desarrollo de la tecnología química ecológica para actuar como futuros motores de crecimiento

ANEXO I. Áreas de las patentes relacionadas con los códigos de la clasificación ICP para las aplicaciones de fibra de fruta.

A continuación se presentan las áreas de las patentes relacionadas con fibra de fruta de acuerdo con CIP – 4 dígitos. Las principales aplicaciones están relacionadas con la producción de compuestos moleculares, producción y refinación de sustancias grasas, biocombustibles, piensos, entre otros.

Distribución del número de patentes de acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes: CIP- 4 dígitos.



Códigos de la clasificación IPC.

IPC (4 Dígitos)	DESCRIPCIÓN
A01K	<u>La cría de animales;</u> cuidado de aves, peces, insectos; pescar; cría o reproducción de animales, no prevista en otro lugar; nuevas razas de animales.
A01M	<u>Captura de animales</u> (Apicultura A01K 47/00 - 59/00 A01K; A01K 69/00 pesca - A01K 97/00; pesticidas A01N). <u>Aparato para la destrucción de animales o plantas perjudiciales</u> (Equipo montado en o a las aeronaves para dejar caer o liberarlo en forma de polvo, líquido o materia gaseosa, p. ej. Plaguicidas, herbicidas, B64D 1/16).
B09B	<u>Eliminación de residuos sólidos.</u>
B32B	<u>Productos laminados.</u> Por ejemplo: productos fabricados de capas planas o no. Por ejemplo: celular o panal.
C05F	<u>Fertilizantes orgánicos no comprendidos por las subclases C05B, C05C.</u> Por ejemplo: fertilizantes del tratamiento de desperdicios.
C08K	<u>Uso de sustancias orgánicas e inorgánicas no macromoleculares como ingredientes de composición</u> (Pesticidas, herbicidas A01N; productos farmacéuticos, cosméticos A61K; explosivos C06B; pinturas, tintas, barnices, tintes, pulimentos, adhesivos C09; lubricantes C10M; detergentes C11D; filamentos o fibras artificial D01F; tratamiento de composiciones textiles D06).

C08L	<p><u>Composiciones de compuestos macromoleculares</u> (pesticidas, herbicidas A01N; farmacéuticos, cosméticos A61K; explosivos C06B; composiciones a base de monómeros polimerizable C08F, C08G; pinturas, tintas, barnices, tintes, pulimentos, adhesivos C09; lubricantes C10M; detergentes C11D; filamentos artificiales o fibras D01F; tratamiento de composiciones textiles D06).</p>
C10L	<p><u>Combustibles no previstas en otro</u> (combustibles para la generación de gas a presión, p. ej. para cohetes, C06D 5/00; velas C11C; G21C combustible nuclear 3/00);</p> <p><u>Gas natural</u>; el gas natural sintético obtenido por procedimientos no contemplados en las subclases C10G, C10K; gas de petróleo licuado; adición de materiales a combustibles o incendios para reducir el humo o depósitos indeseables o para facilitar la eliminación de hollín; encendedores.</p>
C11B	<p><u>Producir</u> (prensado, extracción), <u>refinado o preservando grasas, sustancias grasas</u> (por ejemplo: lanolina), los aceites grasos o ceras, incluyendo la extracción a partir de residuos materiales; aceites esenciales; perfumes (aceites secantes C09F).</p>

Fuente: WIPO (World Intellectual Property Organization). International Patent Classification. Available at: https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP#!/CPC=B 2007.

ANEXO J. Descripción de las principales patentes de las aplicaciones para la fibra de fruta.

IPC - 4Digitos	Datos de la Patente	Resumen
C08L	<p align="center">JP2014005237A</p> <p align="center">Fecha de publicación: 01/16/2014</p>	<p>Este documento plantea el método de fabricación de lignina usando fibra de la fruta de la palma, la semilla de la fruta, el racimo vacío. Con el uso eficaz de un subproducto en la fabricación de aceite de palma y se puede obtener de lignina con un alto rendimiento, la lignina cuya compatibilidad con disolventes orgánicos y resinas es buena y se pueden utilizar como un material plástico sólido.</p>
C11B	<p align="center">MY157072A</p> <p align="center">Fecha de publicación: 04/29/2016</p>	<p>La presente invención refiere a un procedimiento y un equipo para la extracción de aceite residual de la fibra del mesocarpio de la palma ya prensada. Este proceso plantea los siguientes pasos: (a) extraer aceite de la fibra tratándola en líquido no reactivo tal como agua a una temperatura de 80 a 100 °C; (b) remover el aceite de la fibra obtenido de la etapa (a); y (c) separar el aceite y otras impurezas.</p> <p>El equipo para la extracción de aceite residual incluye: (a) un dispositivo de tratamiento para la extracción de aceite de la fibra; (b) un medio para remover el aceite; y (c) un dispositivo de separación para extraer el aceite de las impurezas.</p>
C10L	<p align="center">US2013199086A1</p> <p align="center">Fecha de publicación: 08/08/2013</p>	<p>Esta patente presenta un método de producción de biocarbón, el cual incluye los siguientes pasos: (a) reducir el contenido de humedad de la fibra obtenido después de la extracción de aceite de palma a menos de 25%; (b) cortar la fibra; (c) peletizar el residuo</p>

		de fibra en pellets de fibra corta; (d) secar los gránulos de fibra corta para reducir el contenido de humedad de los gránulos de fibra corta por debajo de 10%; y (e) carbonizar de los gránulos de fibra corta a una temperatura por debajo de 300 ° C.
C10L	WO2017014028A1 Fecha de publicación: 01/26/2017	Este documento muestra el procedimiento para la fabricación de combustible a partir de los subproductos de la fabricación de aceite de palma, y para mejorar, entre otras cosas, la eficiencia con la que se transporta el combustible producido. El método plantea un paso de lavado/desalado para llevar a cabo el desalado por medio del lavado de los subproductos de aceite de palma con agua, una etapa de secado del flujo del paso anterior, una etapa de pulverización de los subproductos secos, y una etapa de moldeo de los subproductos pulverizados.
A01K	WO2007146623A2 Fecha de publicación: 12/21/2007	En este documento se da a conocer un lecho sanitario para animales que incluye un residuo de palma de aceite, posiblemente en combinación con otro material absorbente, tal como grano entero, germen virgen, harina de semilla, germen gastado o arcilla. El residuo palma de aceite puede ser palma torta de palmiste, lodos, o fibra prensada de palma. También se describen un método para eliminar residuos de origen animal y un proceso para la preparación de del lecho para animales.
C08K	CN105985613A Fecha de publicación: 05/10/2016	La invención describe un método para producir un nuevo material polimérico de fibra de palma. El método comprende los siguientes pasos: añadir un agente de acoplamiento de silano A-151, arcilla dura cerámica, steatite en polvo y caolín en fibra de palma de aceite tratada previamente para ser agitada dos veces, a continuación, adicionar PBS, ácido PHP, y el caucho natural, aumentar de la

		<p>temperatura y agitar continuamente los materiales, también adicionar DIOP, estearato de octil-epoxi, aceite de soja epoxi, un antioxidante 1076, sorbato de potasio, y acetato de sodio deshidrogenado, agitar los materiales para obtener una mezcla; ingresar la mezcla en un extrusor de tornillo, y extruirla para obtener material plástico respetuoso del medio ambiente degradable de alta tenacidad.</p>
B32B	<p>AU2012201614A1</p> <p>Fecha de publicación: 10/04/2012</p>	<p>Esta invención proporciona el resumen de una placa novedosa para diversos usos, este contiene fibra de palma, MgO, MgCl₂, y relleno.</p>

ANEXO K. Descripción de las áreas de investigación de la torta de palmiste.

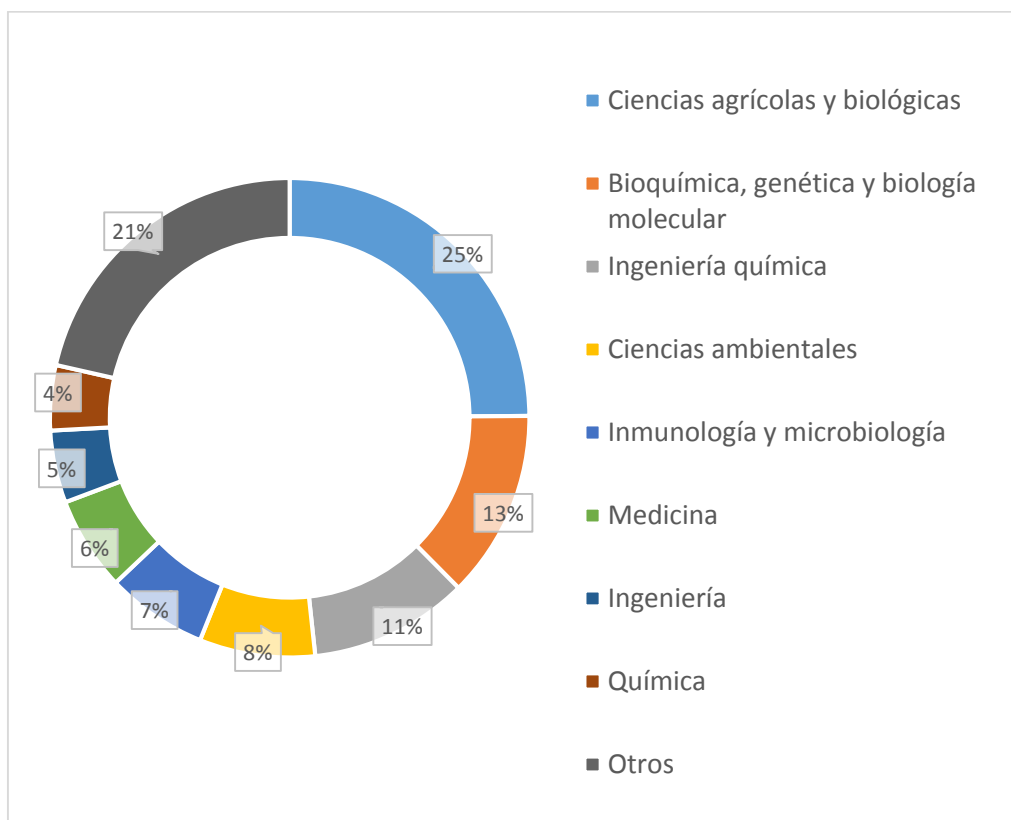
Distribución mundial porcentual de las áreas de investigación de la torta de palmiste durante el periodo 2007 - 2017.

Área de investigación	Publicaciones	Porcentaje
Ciencias agrícolas y biológicas	51	24,9 %
Bioquímica, genética y biología molecular	26	12,7 %
Ingeniería química	22	10,7 %
Ciencias ambientales	16	7,8 %
Inmunología y microbiología	14	6,8 %
Medicina	13	6,3 %
Ingeniería	10	4,9 %
Química	9	4,4 %
Veterinaria	9	4,4 %
Energía	8	3,9 %
Enfermería	8	3,9 %
Ciencia de los materiales	5	2,4 %
Multidisciplinar	4	2,0 %
Tierras y ciencias planetarias	3	1,5 %
Ciencia de la computación	2	1,0 %
Negocios y contabilidad	1	0,5 %
Economía y finanzas	1	0,5 %
Matemáticas	1	0,5 %
Física y astronomía	1	0,5 %
Ciencias sociales	1	0,5 %

A continuación se presentan las principales áreas de conocimiento, en las cuales se aplican los resultados de los trabajos científicos publicados sobre torta de palmiste. El área agrícola y biológica presenta el mayor porcentaje de las aplicaciones con un 25%; en segundo lugar está el área de bioquímica, genética y biología molecular con el 13%, donde estas temáticas agrupan sus trabajos con

orientación a biocompuestos, biocombustibles, piensos, azúcares fermentables, entre otros¹⁰⁶⁻¹⁰⁸.

Distribución porcentual de las áreas de investigación.



¹⁰⁶ RAITA Marisa, IBBENEGBU Christopher, CHAMPREDA Verawat, LEAK David J. Production of ethanol by thermophilic oligosaccharide utilising *Geobacillus thermoglucosidasius* TM242 using palm kernel cake as a renewable feedstock. *Biomass and Bioenergy*. 2016;95:45–54.

¹⁰⁷ AHIRWAR Saroj, SONI Hemant, RAWAT Hemant Kumar, PRAJAPATI Bhanu Pratap, KANGO Naveen. Experimental design of response surface methodology used for utilisation of palm kernel cake as solid substrate for optimised production of fungal mannanase. *Mycology*. 2016;7(3):143–53.

¹⁰⁸ PHUENKASEM A, ATTAMANGKUNE S, RUANGPANIT Y. A comparison of essential oil and organic acid supplementation on the live performance and intestinal morphology of broilers fed a diet containing palm kernel meal. *Int J Poultry Sci*. 2017;16(5):196–202.

ANEXO L. Descripción de las empresas solicitantes de patentes sobre torta de palmiste

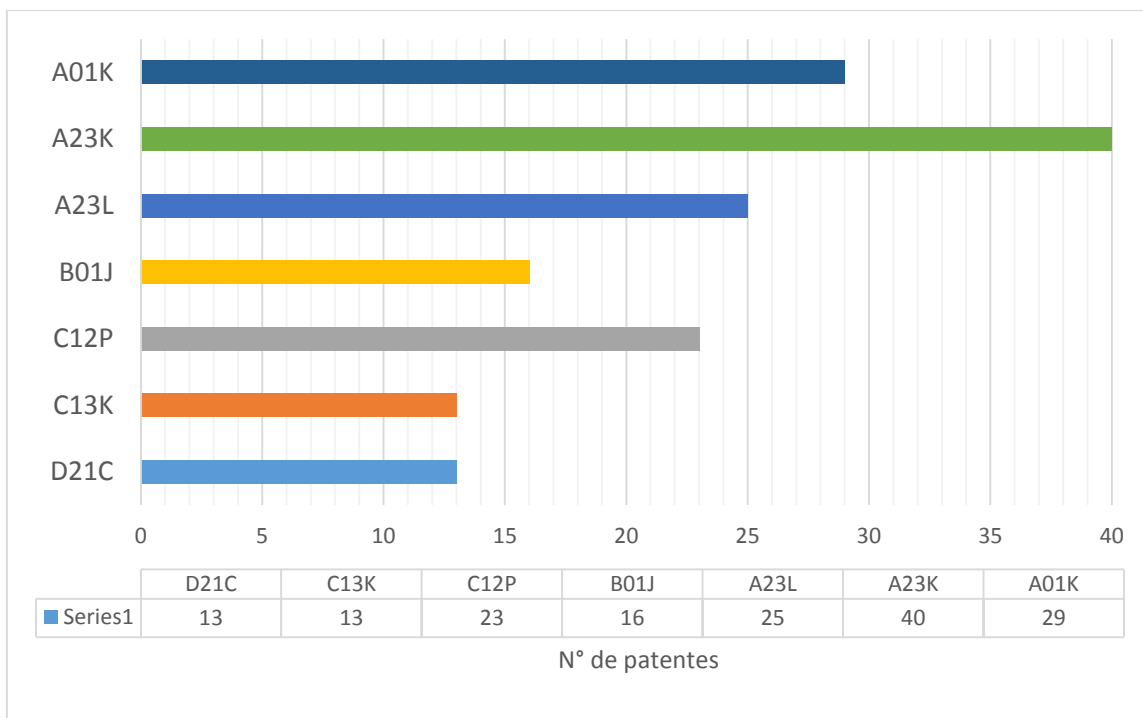
Fuji Oil Co. Ltd. (JP): Es una compañía que se desenvuelve en tres campos principales de aceites y grasas, productos de confitería y panadería ingredientes, y la proteína de soja. Mediante la aplicación de tecnología original de materiales de plantas de proceso como el de palma, cacao y soya, crean ingredientes y productos

Kaneka Corp (JP): es una corporación fabricante de productos químicos diversificados a nivel mundial con el apoyo de una organización fabricación y comercialización en todo el mundo. Kaneka se esfuerza continuamente para mantener una posición de liderazgo mediante la investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de productos innovadores. Con base en las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, Kaneka ofrece nuevos programas de desarrollo de la tecnología que son una aplicación efectiva de nuestra biotecnología avanzada y la tecnología sintética

Kent Pet Group Inc. (US): Esta compañía produce y vende productos alimenticios y demás suministros para la industria de animales domésticos, con el uso de ciencia avanzada para descubrir nuevas formas de utilizar ingredientes naturales y desarrollar mejores productos. El proceso de desarrollo de productos de Kent Pet Grupo desbloquea el verdadero potencial de la naturaleza mediante la exploración de combinaciones únicas y procesos novedosos pueden maximizar los beneficios de ingredientes conocidos y descubrir nuevas posibilidades

ANEXO M. Áreas de las patentes relacionadas con los códigos de la clasificación CIP para las aplicaciones de la torta de palmiste.

A continuación se presentan las áreas de las patentes relacionadas con fibra de fruta de acuerdo con CIP – 4 dígitos. Las principales aplicaciones están relacionadas con piensos, productos alimenticios, fermentación y procesos enzimáticos.



Códigos de la clasificación CIP para las aplicaciones de la torta de palmiste

IPC (4 Dígitos)	DESCRIPCIÓN
A01K	<u>La cría de animales;</u> cuidado de aves, peces, insectos; pescar; cría o reproducción de animales, no prevista en otro lugar; nuevas razas de animales.
A23K	<u>Alimento sobre todo adaptado para animales;</u> métodos sobre todo adaptados para producción de alimentos de animales.
A23L	<u>Alimentos;</u> productos alimenticios, bebidas no alcohólicas, no cubiertas por las subclases A23B - A23J ; su preparación o tratamiento. Por ejemplo: cocción, modificación de calidades nutritivos, tratamiento físico (moldeado o funcionamiento, no totalmente cubierta por la subclase, A23P); conservación de los alimentos o productos alimenticios, en general.
C12P	<u>Fermentación o procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico o composición deseada o para separar isómeros ópticos a partir de una mezcla racémica.</u>

Fuente: WIPO (World Intellectual Property Organization). International Patent Classification. Available at: https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP#!/CPC=B 2007.

ANEXO N. Descripción de las principales patentes de las aplicaciones para la fibra de fruta.

IPC - 4Digitos	Datos de la Patente	Resumen
A01K	<p align="center">WO2007146623A3</p> <p align="center">Fecha de publicación: 08/28/2008</p>	<p>En este documento se da a conocer el proceso para producir un lecho para residuos animales el cual incluye entre sus ingredientes la torta de palmiste, en combinación con otro material absorbente, tal como grano entero molido, germen virgen, harina de semilla, germen gastado o arcilla.</p>
A23K	<p align="center">CN102038113B</p> <p align="center">Fecha de publicación: 01/09/2013</p>	<p>La invención describe un alimento de pato que contiene torta de palmiste y un método de preparación del mismo. Las materias primas comprenden de maíz, rebanada de yuca, alimentación proteína de maíz, torta de palmiste y similares, se rompieron y se mezclaron para ser uniformes. A la preparación se le adiciona clorhidrato de lisina, metionina, se añaden múltiples vitaminas y enzimas complejas para la nutrición. Se mezcla lo anterior con vapor, para que el polvo bruto se cura en cierta medida, y luego la granulación se lleva a cabo, obteniendo así el producto acabado. Con el producto obtenido tiene buena palatabilidad y alta digestibilidad y puede ser aplicable a diferentes patos cárnicos, especialmente de cereza patos de carne valle.</p>
C12P	<p align="center">WO02081724A1</p> <p align="center">Fecha de publicación: 10/17/2002</p>	<p>En la presente patente refiere a la obtención de manosa contenida en la torta de palmiste a partir de una enzima degradadora de manosa o un catalizador ácido para la torta. Mediante este procedimiento la manosa puede ser extraída con un alto rendimiento. Un proceso de extracción no se requiere necesariamente ya que la torta tratada enzimáticamente que contiene el producto de degradación que puede utilizarse sin tratar.</p>