

JIFI2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

UTILIZACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DEL CACAO

NORBIS PARRA¹; MAGALY HENRIQUEZ² y SAMUEL VILLANUEVA²

¹ Centro Nacional de Tecnología Química. Coordinación de Sistemas de Gestión de la Calidad.(CSGC).

² Centro Nacional de Tecnología Química. Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (GPIDi). e-mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

RESUMEN

Los residuos agroindustriales se caracterizan por no ser de interés en el proceso que los generó, pero pueden utilizarse o transformarse para generar un producto con valor comercial. Las tecnologías actuales deben ser capaces de recuperar, reciclar y dar sustentabilidad a la obtención de ingredientes de alto valor los cuales se pueden utilizar en la industria alimenticia o farmacéutica. En la industria del cacao se desperdician toneladas de materias que pueden servir de base para la elaboración de productos novedosos; entre ellas se encuentran **la cascarilla de cacao, la cáscara y el mucilago**. Podemos establecer dos grandes residuales en el sector cacaotero; *residuo industrial*: cascarilla y *residuo agrícola*: cáscara y mucilago. Estudios previos, les atribuyen a éstas materias una significativa capacidad antioxidante, proteínas, pectina y componentes de fibra dietética así como otros compuestos de interés que revalorizan su uso. Es importante destacar que los subproductos que se emplearan para algún producto de orden alimenticio deben contemplar criterios de inocuidad en su manipulación a fin de garantizar un apto consumo para la población. Este es el caso del cacao, rubro que conlleva una manipulación poscosecha (fermentación y secado) que puede comprometer su calidad y también su inocuidad, a través del mayor porcentaje de residuos orgánicos procedentes del descascarillado manual. Se plantea este instrumento bibliométrico que esboza el principio de la innovación ecológica, con el objetivo de una "economía de basura cero" en el que los residuos se utilizan como materia prima para nuevos productos y aplicaciones por medio del aprovechamiento y valorización económica de desechos vegetales provenientes de la agroindustria del cacao.

Palabras Clave: Valorización, Subproductos, *Theobroma cacao L.*, Cacao, Cascarilla, Mucilago, Cáscara.

ABSTRACT

Agroindustrial waste is characterized by not being of interest in the process that generated it, but it can be used or transformed to generate a product with commercial value. Current technologies must be able to recover, recycle and give sustainability to the obtaining of high value ingredients which can be used in the food or pharmaceutical industry. In the cocoa industry tons of materials that can serve as a basis for the production of novel products are wasted; among them are the cocoa husk, the husk and the mucilage. We can establish two large residuals in the cocoa sector; *industrial waste*: husk and *agricultural waste*: shell and mucilage. Previous studies attribute to these materials a significant antioxidant capacity, proteins, pectin and dietary fiber components as well as other compounds of interest that revalue their use. It is important to highlight that the by-products that will be used for a food product must contemplate safety criteria in its handling in order to guarantee a suitable consumption for the population. This is the case of cocoa, which involves a post-harvest handling (fermentation and drying) that can compromise its quality and

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.

Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053

Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>

also its harmless, through the greater percentage of organic waste coming from the manual descaling. This bibliometric instrument is proposed that outlines the principle of ecological innovation, with the aim of a "zero waste economy" in which waste is used as raw material for new products and applications through the use and economic recovery of plant waste from the cocoa agroindustry.

Keywords: Valorization, Byproducts, *Theobroma cacao L.*, Cocoa, Cocoa Husk, Cocoa Mucilage, Cocoa Shell

INTRODUCCIÓN

El cacao ha sido apreciado mundialmente no solo por su magnífico sabor, sino también por sus beneficios nutritivos, esta importancia lo ha convertido en un producto de lujo; posicionándolo en un rubro de gran demanda internacional por la alta calidad de los compuestos de aromas que lo hacen único en sus diferentes presentaciones y además puede ser accesible a todo tipo de público⁽¹⁾. Sin embargo, varios autores expresan que generalmente se usa apenas el 20% del fruto, desperdiciando el resto. Es conocido que en la industria del cacao se desperdician toneladas de materias que pueden servir de base para la elaboración de productos novedosos; entre ellas se encuentran **la cascarilla de cacao, la cáscara y el mucilago**. Estudios revelan que a partir de la valorización de éstos subproductos en el área del cacao, se pueden generar valiosos insumos útiles para la nutrición, gastronomía y la industria alimentaria tanto de humanos como de animales así como notables aportes en otras áreas de innovación como la cosmética, textil, cementera e industrial. Para elaborar el presente informe se ha diseñado una forma de trabajo bibliográfico: recolectando información sobre el *Theobroma cacao L.*, y los subproductos asociados tanto a su cultivo como a su procesamiento poscosecha mediante fichas textuales y resumen extraídos de: libros, textos, separatas, revistas e internet, metabuscadores así como buscadores de patentes a nivel nacional e internacional. Por lo expuesto, el enfoque utilizado en el presente trabajo es una investigación cualitativa por haber utilizado la recolección de información sin medición numérica durante el proceso de interpretación. Así mismo, se esbozan los avances tecnológicos nacionales e internacionales analizando el estado del arte, las tendencias y prospectiva del procesamiento del cacao y la utilización de sus subproductos en la agroindustria alimentaria, cosmética y/o veterinaria.

METODOLOGÍA

Para esta investigación se realizó una búsqueda sistemática de la información expuesta en avances públicos a nivel nacional y mundial a través de artículos, publicaciones científicas y patentes de acuerdo a una cuidadosa selección de palabras claves con ecuaciones de búsqueda conformada por operadores booleanos u operadores de búsqueda enfocados en el área de cacao y la valorización de subproductos del proceso de poscosecha.

Búsqueda Sistemática de Artículos y Patentes:

Para la recopilación de documentos relevantes en cuanto a publicaciones y patentes, se seleccionaron las bases de datos de Google Académico, Carrot, Patentinspiration, Thomson Reuters y Patentscope –WIPO. La identificación de las tendencias en investigación se utilizaron como palabras clave relacionadas a cacao y subproductos de poscosecha en la agroindustria

(Tabla 1). La combinación de éstas palabras clave constituyen el conjunto de ecuaciones de búsqueda utilizadas para la evaluación de las tendencias de investigación e invención.

Tabla 1. Palabras claves relacionadas con cacao, cascarilla, mucílago y cáscara de cacao empleadas en las ecuaciones de búsqueda.

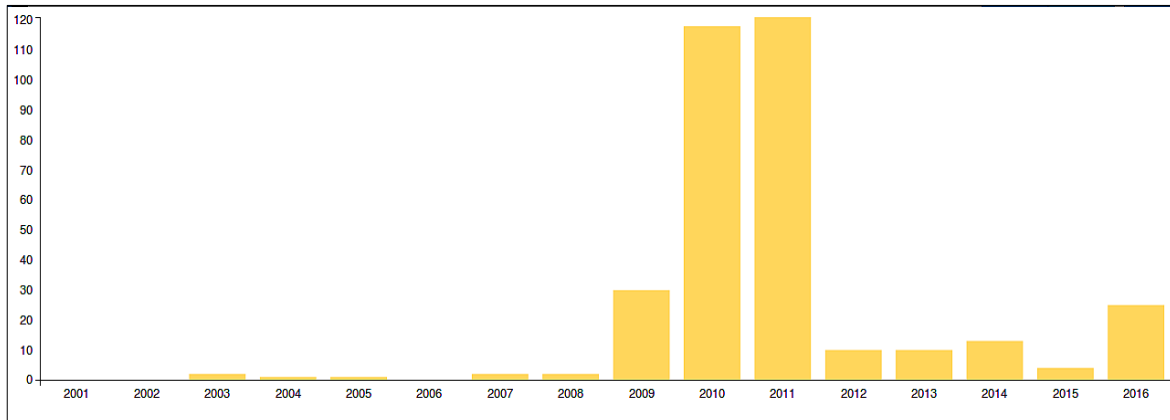
Búsqueda (B)	Palabra clave	Ecuación de Búsqueda(*)
1	Cacao, cocoa, “theobroma cacao”	Cacao OR cocoa OR “theobroma cacao”
2	Cascarilla de cacao, cocoa husk, cocoa hull mucilago de cacao, cocoa mucilage, cáscara de cacao, cocoa shell	"cocoa AND husk" or "cocoa AND hull" “mucilage AND cocoa” “cocoa AND shell” (review or overview)

- Se introdujo en el buscador Patentinspiration la siguiente ecuación: Patents with **Cacao OR cocoa OR “theobroma cacao”** , una segunda búsqueda con la ecuación: **“cocoa AND husk”**, **“cocoa AND shell”** y una tercera ecuación con las palabras **“cocoa AND mucilage”** en Title or Abstract.
- La búsqueda fue restringida para un periodo de tiempo comprendido entre Enero de 2001 a Octubre de 2017 y cada ecuación se aplicó en todo el texto de las publicaciones. Para las patentes se delimitó la búsqueda específicamente a seis grupos de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP), dentro de la sección A "Necesidades Humanas" y la clase 23 "alimentos o productos alimenticios", es decir, a las subcategorías CIP A23G "Cacao; Productos de cacao", A23L "Alimentos y productos alimenticios" y A23V "Composición de alimentos".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación examina las patentes que contienen los términos "Cacao, cocoa, *“theobroma cacao”*, cascarilla de cacao, cocoa husk, mucilago de cacao, cocoa mucilage, cáscara de cacao y cocoa shell” dentro de los campos Título y Resumen. Los datos de patentes proporcionan una indicación de las actividades de la invención, en particular utilizando familias de patentes como unidad de medida, las cuales se consideran aproximaciones de invenciones individuales. Durante el empleo de la ecuación: **“cocoa AND husk”** en el buscador Patentinspiration se obtuvieron **335 patentes** delimitado en los últimos veinte años, desde enero de 2001 hasta octubre de 2017, también se realizó el filtro por patentes sin título vacío o abstracto, analizando sólo uno por

familia y sólo para aplicaciones que estén garantizadas. A continuación, se detallan las gráficas obtenidas donde se presenta información inherente a la fecha de publicación registradas por años (Gráfico N°1), información de la Actividad de Patentes por Academia (Gráfico N°2), y el registro de países a nivel mundial que han publicado patentes en los últimos veinte años en el área de cacao (Gráfico N°3).



Gr

Gráfico 1. Número de Patentes Publicadas por Años (2001-2017). PatenInspiration

Al analizar el comportamiento anual del 2001 al 2008 visualizado en el gráfico 1, se evidencia un comportamiento irregular debido a la variación de publicaciones de cero hasta dos publicaciones, a partir del año 2009 hasta el 2011 donde hubo ascenso notable en el interés del tema de cascarilla de cacao, alcanzando máximos valores de 30, 118 y 120 patentes en orden correlativo. Luego, en el año 2012 se registran 8 patentes y en el año 2013 un total de 10. En los últimos tres años, es importante resaltar que en el 2014 hubo 13 patentes y el año 2016, se registraron 25 publicaciones, lo que implica que la cascarilla ha encontrado un espacio con un alto rango de cotización entre los investigadores a nivel mundial.



Gráfico 2. Nombre de Inventor por Cantidad de Patentes Publicadas. Años (2001-2017). PatenInspiration

Con la ecuación de búsqueda para obtener resultados referentes a la cascarilla de cacao, delimitada a los últimos dieciséis años, el comportamiento que se observa está orientado principalmente por un investigador de origen ruso, *Ivanovich Oleg Kvasenkov con 317 patentes*

sólo en el área de cascarilla de cacao. Este investigador, se encuentra en primer lugar frente a otros cuatro colegas desde el año 2013 hasta el presente año, los cuales han innovado en empaques de alimentos y medicamentos así como en la industria del cacao y sus subproductos.

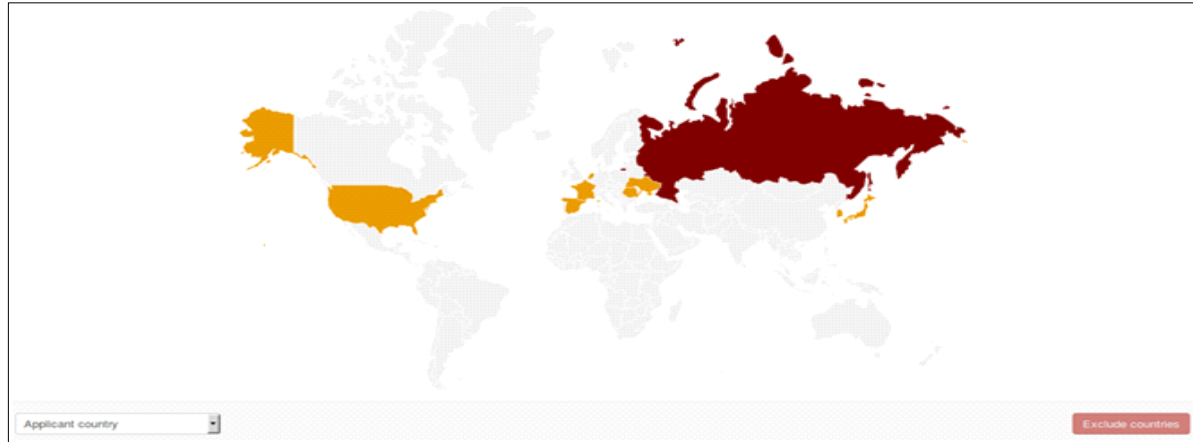


Gráfico N 3. Países Aplicante por Patentes

es Publicadas desde 2001 a 2017. PatenInspiration

En ésta gráfica se exhiben los países con mayor índice en publicaciones a nivel mundial en la valorización de la cascarilla y su utilización en nuevos productos. Al analizar el gráfico observamos a *Rusia* con el color más intenso que se aprecia y representa la mayor tendencia con 323 publicaciones. Por su parte Estados Unidos, Francia, España, Japón y Corea del Sur, aparecen como países aplicantes con 2 publicaciones cada uno.

Principales Usos de los Subproductos del Cultivo y Procesamiento del Cacao en publicaciones de artículos, textos y/o tesis a nivel Nacional e Internacional:

Cascarilla de Cacao

Sector Alimento

- (a) Cascarilla de Cacao Venezolano como materia prima de infusiones
- (b) Obtención de harina de los residuos de frutas con mayor poder antioxidante y antimicrobiano (Maracuya, Cacao y Plátano)

Sector Industrial

- (c) Estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en aguas .

Sector Alimento-Veterinario

- (d) Cascarilla del Grano (*Theobroma cacao L.*) en raciones de crecimiento, acabado para cerdos.
- (e) Evaluación de Harina de *Theobroma cacao* (cascarilla de cacao) para la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento.

Sector Industrial- Polímeros

- (f) Estudio de comportamiento mecánico a tracción de un material compuesto a partir de polietileno de baja densidad (reciclado) cargado con bagazo de cascarilla de cacao.

Sector Alimento

- (g) Elaboración de una fórmula tipo té, a partir de hojas de Moringa como ingrediente activo esencial y cascarilla de cacao.
- (h) Diseño de una bebida de tomate de árbol con inclusión de cascarilla de cacao.
- (i) Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao.
- (j) Desarrollo del Proceso de Producción de Cascarilla de Semilla de Cacao en Polvo destinada al Consumo Humano.

Sector Zootecnia-Veterinario

- (k) Efecto de la Cascarilla de Cacao (*Theobroma Cacao*) sobre los índices productivos en cuyes (*Cavia Porcellus*).

Cáscara de Cacao

Sector Alimento

- (a) Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) variedad CCN-51.
- (b) ¿Cómo conseguir productos de alto valor añadido de interés industrial a partir de residuos agrícolas?
- (c) Evaluación Energética de Cáscaras de Cacao Nacional y CCN-51.

Sector Zootecnia-Veterinario

- (d) Efecto del Consumo de Dietas a Base de Residuos Postcosecha de *Theobroma Cacao* sobre las funciones ruminales en Bovinos.

Sector Industrial

- (e) Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción.
- (f) Modificación química de la superficie de la cubierta de cacao utilizando sales de diazonio.



Figura 1. Injerto espontáneo de sal de arilo diazonio en la cáscara de cacao ⁽¹¹⁾.

- (g) Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad.

Mucílago de Cacao

Sector Alimento

- (a) Elaboración de un herbicida natural a partir de la pulpa mucilaginosa del Cacao (*Theobroma Cacao L.*).
- (b) Elaboración de queso crema con bacterias lácticas provenientes del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) fino de aroma.
- (c) Mucílago pulverizado obtenido a partir de la cáscara de cacao, Una alternativa en la clarificación de Jugos en la Industria Panelera.
- (d) Utilización del Mucílago de Cacao, Tipo Nacional y Trinitario, en la Obtención de Jalea.
- (e) Uso del exudado y placenta del cacao para la obtención de subproductos.
- (f) Propiedades antioxidantes químicas, tecnológicas e in vitro del cacao (*Theobroma cacao L.*) coproductos.
- (g) Proyecto de factibilidad de la industria productora de licor, zumo y mermelada de Mucilago de Cacao en la ciudad de Guayaquil.

CONCLUSIONES

Las investigaciones más innovadoras en la valorización de los subproductos del cacao comprenden desde: el estudio de comportamiento mecánico a tracción de un material compuesto a partir de polietileno de baja densidad (reciclado) cargado con bagazo de cascarilla de cacao, el estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en aguas, la implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla y mucilago de cacao, el uso de la cascarilla de Cacao Venezolano como materia prima de infusiones así como la obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao L* como los más resalantes.

Entre 2001 y 2017 se observa que la dinámica de la producción de artículos científicos y de patentes en el ámbito de utilización de los subproductos del cultivo y procesamiento del cacao se orientan hacia productos de innovación con aplicación en la industria alimenticia, cosmética, zootécnica, veterinaria, polimérica e industrial.

Mediante el análisis de esta información se establecieron las tendencias de investigación en cuanto a evolución de publicaciones, investigadores, instituciones y países líderes en el área.

REFERENCIAS

- [1] Arcila Farías, Eduardo. (1997). **Cacao**. Fundación Polar. Diccionario de historia de Venezuela. Tomo I. 2da edición. Caracas, Venezuela.
- [2] Crespo; Juan Pablo.(2017).**Aprovechamiento de la cascarilla de cacao**. Opinión. Viva el Cacao: Nuestra Ruta es Venezuela. Nieves, Mileydis-Chocolatera Icoa. Disponible online: <http://vivaelcacao.com/es/aprovechamiento-de-la-cascarilla-de-cacao/> (Consultado: 22 de octubre de 2017)
- [3] Food News. Latam. com: Noticias diarias de la industria de alimentos y bebidas-América Latina. (2015). **Composición Química, Calidad, Microbiología y Propiedades**

Antioxidantes de la Cascarilla de Cacao para Infusiones. Blog Biotecnología. Disponible en online: <http://www.foodnewslatam.com/biotecnolog%C3%ADa/2750-composici%C3%B3nqu%C3%ADmica,-calidad-microbiol%C3%B3gica-y-propiedades-antioxidantes-de-la-cascarilla-de-cacao-para-infusiones.html> (Consultado: 23 de agosto de 2017)

- [4] Galanakis, C. M. (2013). **Emerging technologies for the production of nutraceuticals from agricultural by-products: A viewpoint of opportunities and challenges.** Food and Bioproducts Processing, 91(4), 575-579. doi.
- [5] Ogata, Nisao. (2007). **El Cacao.** Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO). Universidad Veracruzana para Biodiversidad. N° 72, 1-5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México D.F., México.
- [6] Quintero R., María L.; García L., Ligia N. (2010). **La producción de cacao en Venezuela: Hacia una Nueva Ruralidad.** (114-123). Actualidad Contable FACES Año 13 N° 20, Enero-Junio 2010. Mérida. Venezuela.
- [7] Saval, S. (2012). **Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro.** BioTecnología, 16 (2), 14-46.
- [8] Vallejo Torres, Christian Amable y otros. (2016). **Utilización del Mucílago del Cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea.** Revista Espamciencia. Guayaquil, Ecuador.
- [9] Vargas Buitrago, Alba J. (2016). **Estudio Técnico para la Valorización de Residuos Sólidos Vegetales provenientes de la Plaza de Mercado San Francisco de Bucaramanga.** Trabajo de grado para optar el título de Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales. Universidad San Tomás. División de Ingenierías y Arquitectura-Facultad de Química Ambiental. Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales. Bucaramanga, Colombia.
- [10] Vázquez-Ovando, Alfredo; Ovando-Medina, Isidro y Otros. (2016). **Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma.** Instituto de Biociencias, Universidad Autónoma de Chiapas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 66 N° 3. Chiapas, Mexico.
- [11] Flavia Fiorese, Julien Vieillard, Radhouane Bargougui, Nabil Bouazizi, Patrick Nkuigwe Fotsing, Emmanuel Djoufac Woumfo, Nicolas Brun, Nadine Mofaddel, Franck Le Derf. (2017). **Modificación química de la superficie de la cubierta de cacao utilizando sales de diazonio.** Journal of Colloid and Interface Science 494 92–97. Yaoundé, Cameroon. Montpellier, France.