

# **MUCILAGO DEL CACAO BIOMASA RESIDUAL: PERSPECTIVA COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

## **Biomass residual cocoa mucilage: perspective as a raw material in the food industry**

Daniel Vásquez Ayala<sup>1</sup>, Yanine Yubisay Trujillo Navarro<sup>2</sup>, Daniel Salvador Duran Osorio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería de alimentos, Departamento de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Pamplona-Colombia

<sup>2</sup> Grupo de investigación GINTAL, Bioingeniería Alimentaria, Departamento de alimentos, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Pamplona-Colombia

### **RESUMEN**

El mucilago de cacao es considerado material de desecho o biomasa residual de la industria cacaotera, nombre que no hace merito a las bondades que ofrece éste material, ya que posee diferentes componentes físicos, químicos, enzimáticos, nutricionales, que muchas materias primas empleadas en la industria de alimentos no presentan. Se trata de una biomasa que puede extenderse hacia la industria de alimentos, la cosmética, la medicina y como también en la obtención de compuestos bioactivos como los flavonoides. Con esta perspectiva de uso, se estaría generando una solución transversal a la problemática ambiental. Este artículo presenta la revisión y recopilación de información bibliográfica en bases de datos de revistas científicas como: ScienceDirect, Google Académico y Scopus, realizandose una recopilación de la información a partir de artículos de los últimos cinco años, sin desconocer la información de algunos estudios de años atrás. Como resultado de este review se afirma, la gran potencia que tiene este subproducto para ser utilizado como una materia prima, de gran utilidad a nivel general, tanto como componente pectina, como fuente de energía, como clarificante, como fuente de fibra y antioxidantes entre otros.

**Palabras claves:** cacao, mucilago, materia prima, biomasa residual, industria de alimentos.

## **ABSTRACT**

The cocoa mucilage is considered a waste material or residual biomass of the cocoa industry, a name that does not merit the benefits offered by this material, since it has different physical, chemical, enzymatic, and nutritional components than many raw materials used in the food industry do not present. It is a biomass that can be extended to the food industry, cosmetics, medicine and also to obtaining bioactive compounds such as flavonoids. With this perspective of use, a transversal solution to the environmental problem would be being generated. This article presents the review and compilation of bibliographic information in databases of scientific journals such as: ScienceDirect, Google Scholar and Scopus, compiling the information from articles from the last five years, without ignoring the information from some studies of years ago. As a result of this review it is stated, the great potency that this by-product has to be used as a raw material, of great utility at a general level, both as a pectin component, as an energy source, as a clarifier, as a source of fiber and antioxidants among others.

**Keywords:** cacao, mucilage, raw material, residual biomass, food industry.

## **INTRODUCCIÓN**

El cacao es uno de los productos que mundialmente es muy reconocido, tiene gran utilidad en la industria de alimentos gracias a sus excelentes bondades nutricionales y propiedades físicas y químicas que lo caracterizan. Se trata de un producto que proviene de la palabra *Theobroma cacao* del griego para el árbol del cacao o cacaotero (Rodríguez, 2012), también descrito como “Alimento de los Dioses” (León, 2000). Se trata de un fruto que se caracteriza por ser una baya ovoide que tiene una longitud de 30 cm de largo y un diámetro 10 cm, con peso que varía desde los 200 y 1000 g, cuyo interior generalmente posee entre 20 a 40

semillas. Cada semilla está recubierta por una pulpa mucilaginosa razón por la cual, al cacao fresco o recién extraído de la mazorca, se le denomina cacao en baba (Bravo, Nataly y Mingo, 2011). La pulpa mucilaginosa se caracteriza por presentar un color blanco, altas concentraciones de azúcares recordada por poseer un sabor ácido (Doster, Roque, Cano, La Torre y Weigend, 2011).

Su producción en el ámbito mundial, para el periodo 2018-2019, fue de 4,834 millones de Tn, siendo África el continente con mayor producción con una representación del 77%, seguido de Asia y Oceanía con 6% y Américas con el 17% (FEDECACAO, 2019).

En el ámbito nacional, para el mismo periodo, se obtuvo una producción de 59.740 Tn, con un incremento del 4,9% respecto al periodo 2017-2018, con mayor representación en los clones: CCN-51, ICS-39, ICS-95, FSV- 41, FSV-155, FEC-2, FLE-2, (FEDECACAO, 2020). Tanto el cacao criollo como los clones colombianos son reconocidos y muy apetecidos en la industria por ser un producto fino y de aroma, con unas características especiales de sabor, las cuales solamente poseen un 5 a 7% de la producción cacaotera mundial (FEDECACAO, 2019). La parte de este fruto que mayoritariamente tiene uso industrial, principalmente en la chocolatera, es la semilla, de la cual, se produce chocolate, manteca, licor, entre otros. Dada la importancia de este fruto tropical, en los últimos años se ha incursionado en el uso de otras partes del fruto, como las hojas, la cáscara y el mucílago (Ángel et al., 2015; Cuéllar y Guerrero, 2012; Djoulde, Essia, y Etoa, 2011; Oddoye et al., 2013), en su mayoría considerados subproductos o residuos, principalmente obtenidos en el proceso de extracción de la pulpa de cacao.

### **Mucílago de cacao**

El mucílago, pulpa o baba es una sustancia blanca, viscosa algodonada que recubre las semillas de cacao (figura 1), el cual se caracteriza por que contiene 10 a 13% de azúcar, 1% de pectina y 1.5% de ácido cítrico y 8-10% de sales

(Aprotosoiaie, et al., 2015; Villacis y Peralta, 2012, p. 23), carbohidratos 10.7–68.35 % (Martínez et al., 2012; Grillo et al., 2019; Mansur et al., 2014; Ofori-Boateng and Lee, 2013), proteína 0.41–5.56 % (Martínez et al., 2012; Nsor-Atindana et al., 2012; Ofori-Boateng and Lee, 2013), pectinas 0.57–1.5% (Anvoh et al., 2009; Mansur et al., 2014; Vriesmann et al., 2011); cuyos compuestos polisacáridos celulósicos contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas (Largo y Yugcha 2016, p. 3). Se trata de un componente que es considerado como biomasa residual, el cual, junto con la cáscara o vaina, representa el 80% de la fruta del cacao (Vasquez et al., 2019), que en términos de producción, por cada 800 kilos de semilla fresca se obtienen 40 litros de mucílago (Anecacao, 2015).



**Figura 1.** *Mucilago o pulpa de cacao* (Villacis y Peralta, 2012)

De acuerdo con lo anterior, el mucílago es considerado un producto orgánico de origen vegetal, conformado por polisacáridos celulósicos que contiene el mismo número de azúcares que las gomas y las pectinas, razón por la cual ésta biomasa residual suele confundirse con estos dos componentes. Sin embargo debe tenerse claridad de las diferencias entre éstas, principalmente en cuanto a sus propiedades físicas, ya que los mucílagos producen coloides poco viscosos, con actividad óptica y es un material que puede ser hidrolizado y fermentado, mientras que las pectinas se gelifican y las gomas se hinchan en el agua para dar dispersiones coloidales gruesas.

Considerando la alta biomasa residual que tiene la industria del cacao, es importante ampliar el abanico de usos alternativos de este material, ya que si bien presenta alta riqueza en nutrientes y componentes que pueden ser de interés para muchas industrias, se requiere estudiar perspectivas de uso del mucílago, por ser este material altamente contaminante y del que poco aprovechamiento se tiene en la actualidad, más aún si se considera que el Ministerio de agricultura y desarrollo rural (MADR) proyectó para el 2020 ampliar las áreas de producción para este fruto.

### **Alternativas de uso industrial del mucílago de cacao**

Es importante resaltar que el mucílago o pulpa de cacao, tiene gran utilidad en la industria de alimentos, debido a que puede ser utilizado en variedad de productos por sus buenas características nutritivas y sensoriales. En la actualidad, se han realizado investigaciones que resaltan la importancia que se tiene al aprovechar este subproducto, el cual es considerado como biomasa residual (Arana y Rugel, 2017, p. 32).

Industrialmente se han propuesto alternativas de uso para aumentar el valor agregado a los residuos, subproductos o biomasa residual obtenida del beneficio del cacao, entre los que por su naturaleza orgánica, microbiológica y química el mucílago atrae la atención. Entre estas, a continuación se describe las que hoy por hoy emplea la industria considerando la potencialidad del mucílago de cacao.

#### ***Como clarificante***

El mucílago de cacao ha sido considerado como un material clarificante en la industria panelera, en la que se emplea comúnmente mucílago de guácimo y de balso, cuyo uso depende de la disponibilidad de este material o de las costumbres de la zona. Se trata de un proceso artesanal en donde se macera el mucílago de

cacao, se hidrata en agua, para obtener una solución mucilaginoso o baba, la cual se emplea directamente sobre los jugos extraídos de la caña y cuya concentración varía entre 20 a 30 litros por tonelada de caña. Esta aplicación se ha abierto camino industrial, en donde actualmente se emplea mucílago pulverizado (Alaniz et al., 2012). Con esta investigación se estableció que el mucílago de cacao posee capacidad de floculación, facilitando el control del proceso a menores temperaturas, menores tiempos y con ahorro de energía durante el proceso, dando grandes indicios de ser un material que facilite la clarificación (Echeverry 2004). Con este resultado se evidencia el paso que se abre en la industria de jugos, en donde se sesga el mal llamado residuo de la industria cacaotera, siendo el mucílago de cacao una materia prima que puede ser potencializada, ofreciendo soluciones medioambientales, industriales y económicas.

### ***Como fuente de energía***

El mucílago de cacao se caracteriza por presentar un alto contenido de carbohidratos, minerales y bajo contenido de proteínas, composición semejante a la de los forrajes, de allí que pueda ser considerada una alternativa para la alimentación de animales de abasto. Los estudios realizados sobre la alimentación de ganado vacuno, utilizando harina de mucílago de cacao, han indicado una pobre digestibilidad de la materia orgánica y la proteína, sin embargo, esta situación es compensada por el aumento de la palatabilidad que se transforma en una ingesta de mayor cantidad de raciones (Bazarte, 2006). Asimismo, el mucílago de cacao se ha empleado en la alimentación de aves de corral en la fase de acabado, considerándose por el contenido de energía, en donde se ha demostrado que el 5% de mucílago de cacao incluido en la alimentación, favorece la eficiencia alimenticia en términos de ganancia en peso, conversión de alimento a carne, así como mayor rentabilidad (Huamán, 1992).

### ***Como fuente de fibra***

Tapia (2015), señala el aporte de fibra dietaria soluble del mucílago de cacao, así como Martínez et al., (2012), quienes indica que éste subproducto del cacao presenta un contenido que oscila entre 16,86 y 55,59 g/100 g.

### ***Como fuente de antioxidantes***

Resaltando los beneficios que tienen los antioxidantes para la salud de los consumidores y buscar el mayor provecho a los subproductos del cacao en especial el mucílago, Martínez et al., (2012), determinaron las propiedades antioxidantes y el contenido total de fenoles (TPC) de éste subproducto, cuyos resultados demostraron que es un material que presenta compuestos naturales con actividad antioxidante significativa, relacionada por los polifenoles presentes.

### ***Como materia prima en la elaboración de productos alimenticios***

El componente que promueve el uso del mucílago en la industria de alimentos es indiscutiblemente la pectina, siendo éste importante en la elaboración de mermeladas, jaleas así como en su uso en la elaboración de films comestibles. Se trata de un material considerado como una fuente no convencional de pectina, especialmente cuando se obtiene de las variedades de cacao tipo Criollo y Forastero, las cuales representan un potencial péctico utilizable (Betancourt, 2009). Esta fuente que ofrece el mucílago del cacao ha sido mencionada desde 1972, año en el que Adomako demostró la composición en pectina y cuyo valor lo asoció al que comercialmente se obtiene de la pectina extraída de manzanas y limones.

El proceso de extracción de pectina se desarrolla básicamente en dos fases, la despolimerización de la protopectina para transformarla en pectina y la difusión de la pectina solubilizada, desde la matriz del tejido vegetal, hacia la solución extractante. Paralelamente una fracción de la pectina solubilizada se degrada en componentes de menor peso molecular afectando negativamente tanto el

rendimiento como las propiedades gelificantes del producto. La extracción de pectina persigue la producción máxima de producto con las características deseables (en términos de capacidad gelificante), al mismo tiempo que se generen costos mínimos (Guerrero et al., 2017).

Bazarte, (2006), identificó que el contenido de pectina en los subproductos de cacao es mayor en la mazorca (endocarpio) para la variedad forastero, por el hecho de tratarse de un tejido blando, formado por abundantes células mucilaginosas y con una gran capacidad de atrapar agua, caso contrario presentado para la variedad CCN-51, donde se observa que su contenido es menor en relación con el mucílago, resultados que evidenciados por autores como Flores et al., (2018) Suarez y Orozco, (2014).

Por otra parte, Betancourt, (2009), evaluó el cacao y obtuvo un contenido de pectina en base seca entre 7,54 y 12,0 g/100g, en esta investigación se sugieren la producción industrial de pectina en base a la cáscara y al mucílago de cacao ya que estos presentan un contenido de sustancias pécticas que pudiera ser de interés para su aprovechamiento a nivel industrial.

Debido a esta riqueza péctica, el mucílago se utiliza para la fabricación de mermeladas (Alaniz et al., 2012).

En la elaboración de jalea, Torres et al., (2016), emplearon la pectina extraída del mucílago de cacao como componente principal para su producción, postulando tres formulaciones de azúcar con pectina (35, 40, 45% azúcar + 0.5% pectina), cuyo producto obtenido presenta valores de sólidos solubles totales que oscilan entre 64-67 °Brix, 0,52-1,18% en acidez, y 0,28-0,45% y 0,60 a 0,80% en proteínas. Entre las características sensoriales resaltan olor ligero a cacao y moderado a ácido, color ámbar, sabor ligero a cacao y moderado a ácido, dulce y



ácido ligero, en cuyo caso la formulación de mayor aceptación fue la interacción del mucílago CCN-51 x 40% de azúcar + 0.5% de pectina.

En la producción de alcohol y por tratarse de material fermentable, Takrama et al., (2015), optimizaron la producción de alcohol a partir de mucilago de cacao, empleando 10 cepas de microorganismos, en donde *Sacharomyces cerevisiae* demostró mayor ventaja para la producción de etanol en el menor tiempo de fermentación en las primeras 36 h de fermentación. Asimismo, estos autores experimentaron con el uso del mucílago de cacao en la obtención de bebidas alcohólicas fermentadas, por tratarse de ser un material fermentable, en cuyo caso puede ser considerado como mosto fermentable para el desarrollo de bebidas alcohólicas. En este caso, obtuvieron una bebida alcohólica con una gran aceptación en el aroma, aunque para estos tipos de mosto, aún se debe considerar, mejorar la aceptación del sabor.

En esta misma búsqueda, Muñoz et al., (2019), emplearon el mucílago de cacao en una bebida alcohólica fermentada empleando suero de leche de soja, demostrando que al emplear el 15% de ésta biomasa, se obtiene mejor rentabilidad y grados alcoholimétricos al compararse con la bebida sin mucílago.

Otros productos generados a partir del mucilago de cacao han sido lácteos, bebidas hidratantes, los cuales mostraron una alta aceptación y un valor nutricional equivalente al de marcas comerciales (Afolabi et al., 2015; Anvoh et al., 2009; Escalante et al., 2013; Puerari et al., 2012; Santana, 2017)

Un yogurt prebiótico, al que se le agregó mucílago de cacao al final de la incubación del yogurt, fue definido así por la hialina presente en el exudado o mucílago de cacao, la cual es considerada un nutriente que permite el buen desarrollo físico y mental de los seres humanos (Flores et al., 2019).

El mucílago de cacao ha sido empleado además, como componente principal para la elaboración de una bebida hidratante, a partir de la pasteurización de diferentes concentraciones de mucílago de cacao Nacional y Trinitario (25%, 35% y 45%), donde se obtuvo bebidas con características fisicoquímicas y sensoriales diferentes, resaltando que la variedad de mucílago influye directamente sobre el pH obtenido, en cuyo caso para la variedad Nacional fue 4,05 y para la variedad Trinitario de 3,86 (Santana, 2017).

Analizando esta información se logra revelar que el mucílago de cacao a despertado interés industrial, pero éste ha sido muy insipiente dejando una gran brecha de conocimiento que permita potenciar su mejor y mayor uso con respecto a su riqueza en componentes, que logren lanzar su potencialidad, riqueza, valor comercial y de esta forma sacarlo del dislumbre industrial al que ha pertenecido por mucho tiempo, siendo calificado injusta e incorrectamente, una biomasa residual.

### **CONCLUSIONES**

Es muy incipiente el uso del mucílago de cacao en la industria alimentaria, a pesar de poseer grandes características físicas, químicas, enzimáticas y microbiológicas, por lo que se requiere estudiar su potencialidad, en donde su capacidad clarificante, aglutinante, fermentativa parecen ser las más atractivas para la industria de empaques y coberturas comestibles, para la industria de bebidas alcohólicas, carbonatadas y no carbonatadas, para la obtención de microorganismos de interés comercial.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Afolabi, M.O., Ibitoye, W.O., Agbaje, A.F. (2015). Evaluation of nutritional and sensory properties of cocoa pulp beverage supplemented with pineapple juice. J. Food Res. 4, 58–61. <http://ccsnet.org/journal/index.php/jfr/article/view/54778>

Alaniz, E. C., Arvisu, S., y Gonzales, K. (2012). Producción de postres y vinagres a partir de exudado de cacao en la cooperativa de servicios múltiples “Ríos de agua viva, 21 de Junio, municipio Rancho Grande Matagalpa”15, 73–91. <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/08/protocolo-cacao.pdf>

Anecacao (2015). Un producto emblemático del Ecuador: Anecacao. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de Anecacaco: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>

Ángel, J. D. M., Villamizar, R. A., y Ortíz, O. O. (2015). Characterization and evaluation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) pod husk as a renewable energy source. *Agrociencia*, 49, 329-345. Recuperado el 22 de mayo 2020 de: [https://www.researchgate.net/publication/276145680\\_Characterization\\_and\\_evaluation\\_of\\_cocoa\\_Theobroma\\_cacao\\_L\\_pod\\_husk\\_as\\_a\\_renewable\\_energy\\_source](https://www.researchgate.net/publication/276145680_Characterization_and_evaluation_of_cocoa_Theobroma_cacao_L_pod_husk_as_a_renewable_energy_source)

Arana, A., y Rugel, E. (2017). Propuesta de aprovechamiento del desecho mucílago de cacao en la hacienda Santa Rita. 32-36. Recuperado el 10 de Abril 2020, de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20609/1/TESIS%20FINALIZADO.%20ALEXANDRA%20ARANA%20y%20ELSA%20RUGEL%20ING.COMERCIAL%20EMPASTAR...pdf>

Aprotosoiaie, A. C., Luca, S. V., y Miron, A. (2015). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products-An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 73–91. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>

Aprotosoiaie, A.C., Luca, S.V., Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa products-an overview. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 15, 73–91. 56-59. Recuperado el 22 de Abril 2020, de: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>

Anvoh, K.Y.B., Bi, A.Z., Gnakri, D. (2009). Production and characterization of juice from mucilage of cocoa beans and its transformation into marmalade. *Pakistan J. Nutr.* 8, 129–133.

BAZARTE, H. E. (2006). Uso Potencial De La Cáscara De Cacao Como Fuente De Pectina. *Scielo*. Recuperado el 24 de Mayo del 2020 de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S000406222008000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S000406222008000100009&script=sci_arttext&tlng=pt)

BETANCOURT, L. D. (2009). Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao. *Methods in carbohydrate chemistry*. Universidad EAFIT. Recuperado el 16 de mayo del 2020 de: <https://core.ac.uk/download/pdf/47237189.pdf>

Bravo, Nataly y Mingo, F. (2011). Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Panguitza del Cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. *Universidad Nacional de Loja*, 244.

Cuéllar, O., y Guerrero, G. (2012). Actividad antibacteriana de la cáscara de cacao, *Theobroma cacao* L. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3176-3183.

Dias, D.R., Schwan, R.F., Freire, E.S., Dos Santos Serôdio, R. (2007). Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp. *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 319–329. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01226.x>.

Duarte, W.F., Dias, D.R., Oliveira, J.M., Teixeira, J.A., de Almeida e Silva, J.B., Schwan, R.F. (2010). Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu. *LWT – Food Sci. Technol.* 43, 1564–1572. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.010>.

Dwapanyin, A.O., Adomako, D., Tetteh, J.P. (1991). The sugar content of cocoa  
Djoulde, R., Essia, J.J., y Etoa, F.X. (2011). Fermentation of Cocoa Juice  
(Theobroma cacao L.) and Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) Extracts into a Wine-  
Like Alcoholic Drink.

Doster, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., y Weigend, M. (2011). Cacao  
Theobroma cacao L. Hoja Botánica, 19 p

Perez, P. (2004). Mucilago Pulverizado Obtenido a partir de la Cascara de cacao  
una Alternativa en la Clarificación de jugo en la Industria Panelera , 10-30.  
recuperado el 28 de Mayo de 2020 de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4508/1/tesis.pdf>

FAO/OMS (2014). Comisión del Códex Alimentarius. Programa conjunto  
FAO/OMS sobre normas alimentarias CX/CF 15/9/6. Organización de las  
Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización  
Mundial de la Salud (OMS). Diciembre de 2014. Consultado en febrero de 2020:  
[ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf9/cf09\\_06s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf9/cf09_06s.pdf)

FEDECACAO. (2019). FEDECACAO. Recuperado el 19 de 05 de 2020, de  
<http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/867-icco-ratifica-a-colombia-como-pais-exportador-de-cacao-fino-y-de-aroma>

FEDECACAO. (2020). Recuperado el 20 de 05 de 2020, de  
<https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionale>

Florez, C., Peñafiel, M (2019). Propiedades bromatológicas, sensoriales y físicas  
de yogurt suplementado con mucílago de cacao. ScienceDirect, 1342-1345.

Recuperado el 29 de mayo 2020, de:  
<file:///C:/Users/IECA/Downloads/yogur%20con%20mucilago.pdf>

Guerreo, G., Suarez, D., y Orozco, D. (2006). Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. Unicordoba. Recuperado el 20 de Mayo del 2020 de:  
<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/919>

Grillo, G., Boffa, L., Binello, A., Mantegna, S., Cravotto, G., Chemat, F., Dizhbite, T., Lauberte, L., Telysheva, G. (2019). Analytical dataset of Ecuadorian cocoa shells and beans. *Data Br.* 22, 56–64. Recuperado el 29 de mayo del 2020 de:  
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.11.129>.

Huamán, E. (1992). Utilización de mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la alimentación de pollos de carne en la fase de acabado. Recuperado el 17 de Abril 2020, de:  
[www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006957](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006957)

Largo S y Yugcha J. (2016). Elaboración de néctar natural a partir del mucílago. 3,1-47. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91687/D-CD88256.pdf>

León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 525 pag.

MADR. (2019). Obtenido de  
<https://www.minagricultura.gov.co/paginas/default.aspx>

Martínez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Pérez-Álvarez, J.A., ViudaMartos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties

of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. 49, 39–45. Recuperado el 20 mayo del 2020 de: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.005>.

Mansur, D., Tago, T., Masuda, T., Abimanyu, H. (2014). Conversion of cacao pod husks by pyrolysis and catalytic reaction to produce useful chemicals. *Biomass Bioenergy* 66, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.065>.

Muñoz, N., Gema, M., Villegas, R. (2019). Bebida fermentada a base de lactosuero y soya (*Glycine max*) inoculada con mucílago de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.). *ScienceDirect*. 72-83. Recuperado el 28 de mayo 2020, de: <http://repositorio.uteg.edu.ec/handle/43000/3805>

Oddoye, E. O. K., Agyente, C. K., y Gyedu, E. (2013). Cocoa and Its By-Products: Identification and Utilization. *Chocolate in Health and Nutrition* (pp. 23-37). Humana Press, Totowa, NJ. [https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-61779-803-0_3)

Ofori-Boateng, C., Lee, K.T., 2013. The potential of using cocoa pod husks as green solid base catalysts for the transesterification of soybean oil into biodiesel: effects of biodiesel on engine performance. *Chem. Eng. J.* 220, 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.01.046>

Puerari, C., Magalhães, K.T., Schwan, R.F. (2012). New cocoa pulp-based kefir beverages: microbiological, chemical composition and sensory analysis. *Food Res. Int.* 48, 634–640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.005>.

Rodríguez, A. (2013). Estudio de tres métodos para la obtención de pulpa de mesocarpio del cacao (*Theobroma cacao* variedad CCN-51). Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/710/1/UDLA-EC-TIAG-013-11.pdf>

Rodríguez, J., Escalón, H., Orozco, I., Lugo, E., y Jaramillo, M. (2011). Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components analysis. *Food Research International*, 44(1), 250-258.

Santana, K. (2017). Mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), nacional y trinitario para la obtención de una bebida hidratante. Disponible en <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2262/1/T-UTEQ-0033.pdf>

Takrama, J.F., Kumi, W.O., Otoo, G., Addo, K., Camu, N. (2015). Optimization of cocoa pulp juice fermentation with yeast starter cultures of cocoa heap fermentations. *J. Agric. Sci. Food Technol. ScienceDirect*. 1, 22–33. Recuperado el 30 de mayo del 2020 de: [file:///C:/Users/IECA/Downloads/Optimization\\_of\\_Cocoa\\_Pulp\\_Juice\\_Ferment.pdf](file:///C:/Users/IECA/Downloads/Optimization_of_Cocoa_Pulp_Juice_Ferment.pdf)

Tapia, C. Aprovechamiento De Residuos Agroindustriales, Cascarilla De Cacao (*Theobroma Cacao* L.) Variedad Arriba Y Ccn51 Para La Elaboración De Una Infusión. (2015). 29-143. Recuperado el 28 de mayo 2020, de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11981/1/AL%20574.pdf>

Torres, C., Ocampo, R., Morales, W., Soria, R., Vera, J., Baren, C. (2016). Utilización Del Mucílago De Cacao, Tipo Nacional Y Trinitario, En La Obtención De Jalea. *ESPAMCIENCIA*, 72-83. Recuperado el 29 de mayo 2020, de: <http://www.uteq.edu.ec/doc/page/35/Grupos%20de%20Investigaci%C3%B3n/APR%20ODEFRUTA/Utilizaci%C3%B2n%20del%20muc%C3%AClago%20tipo%20nacional%20y%20trinitario,%20en%20la%20obtenci%C3%B2n%20de%20jalea.pdf>

Vasquez, Z., Carvalho, D., Pereira, G., Vendenberghe, L., De Oliveira, P., Tiburcio, P. (2019). Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review.



*ScienceDirect*, 72-83. Recuperado el 28 de mayo 2020, de: [file:///C:/Users/IECA/Downloads/referencias%20composicion%20\(1\).html](file:///C:/Users/IECA/Downloads/referencias%20composicion%20(1).html)

Villacis, J., y Peralta, J. (2012). Estudio de viabilidad para la producción de la mermelada de mucílago de cacao. 56-59. Recuperado el 15 de Abril 2020, de: <file:///C:/Users/IECA/Downloads/ESTUDIO%20DE%20VIABILIDAD%20PARA%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20DE%20LA%20MERMELADA%20DE%20MUCI LAGO%20DE%20CACAO.pdf>

Vriesmann, L.C.; De Mello Castanho Amboni, R.D.; De Oliveira Petkowicz, C.L. (2011). Cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.): composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial Crops and Pro-ducts*. (Netherlands). 34(1):1173-1181. Recuperado el 25 Mayo del 2020, de: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201400160488>