



Ediciones  
UTM

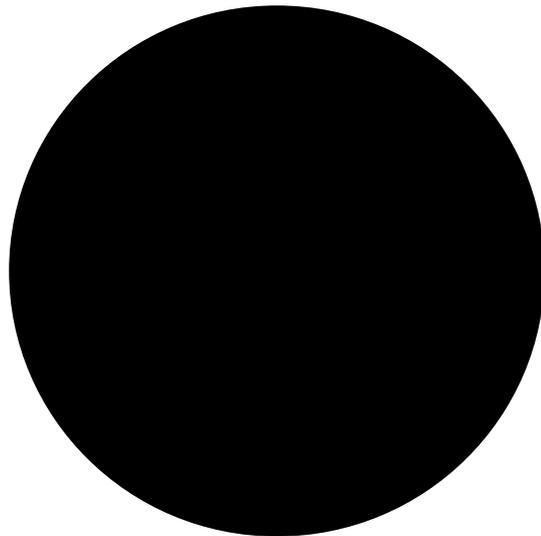
# Agrociencias, investigación y sostenibilidad

I Convención Científica Internacional  
de la Universidad Técnica de Manabí

Colectivo de autores

C/A

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Colección libros de texto  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA  
DE MANABÍ**

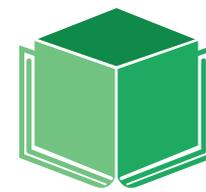
---

**Ciencias Agrarias**

**C/A**



INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



**Ediciones**  
UTM

## AGROCIENCIAS, INVESTIGACIÓN Y SOSTENIBILIDAD.

I Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí

Dr. Henry Antonio Pacheco Gil, compilador

©Ediciones UTM- Universidad Técnica de Manabí

**Edición:** Fernando Perez

**Coordinador de publicaciones:** Norberto Pelegrín Entenza

**Diagramación:** Henry Flores

Este libro ha sido examinado y valorado por evaluadores ajenos a la Universidad Técnica de Manabí, con el fin de garantizar la calidad científica del mismo.

**ISBN:** 978-9942-948-25-0

**Publicado:** Octubre 2018

Universidad Técnica de Manabí

Ediciones UTM-Unidad de Cooperación Universitaria

[www.utm.edu.ec](http://www.utm.edu.ec)

[ediciones@utm.edu.ec](mailto:ediciones@utm.edu.ec)

Teléfono: 2 265614

Dirección: Av. Urbina y Che Guevara

Portoviejo- Manabí- Ecuador

La presente obra tiene un licenciamiento Creative Commons. Usted es libre de compartir, copiar, distribuir y comunicar públicamente los contenidos bajo las siguientes condiciones:

**Atribución:** Debe reconocer los créditos de cada uno de los contenidos de la manera especificada por el licenciante.

**No comercial:** No puede utilizar esta obra para fines comerciales

**Sin obras derivadas:** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.



C/A

Ciencias Agrarias

---

**AGROCIENCIAS,  
INVESTIGACIÓN Y  
SOSTENIBILIDAD.**

**I Convención Científica Internacional de la Universidad  
Técnica de Manabí**

SECCIÓN 1.

**CIENCIAS AGRARIAS**

SECCIÓN 2.

**CIENCIAS VETERINARIAS**

## SECCIÓN 1. CIENCIAS AGRARIAS

1. ESTIMACIÓN DE NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE MAÍZ, UTILIZANDO TELEDETECCIÓN.	<b>24</b>	6. HABILITACIÓN PARA LA AGRICULTURA DE CANGAHUAS DEL CALLEJÓN INTERANDINO DEL ECUADOR	<b>104</b>
Cesar Andrés Zambrano Vera, Ronald Manuel Solórzano Moreira, Maria Hipatia Delgado Demera y Henry Antonio Pacheco Gil		Jaime Hidrobo Luna	
2. DETECCIÓN MOLECULAR DE Polymyxa graminis EN PLANTAS DE ARROZ AFECTADAS CON LA ENFERMEDAD DEL "ENTORCHAMIENTO".	<b>43</b>	7. COMPOSICION QUIMICA NUTRICIONAL DE LAS SEMILLAS Y ALMENDRAS DE CACAO	<b>117</b>
Iris Pérez Almeida, Lenin Paz Carrasco, Roberto Celi Herán y Belén Ramos Viteri		Juan Carlos Jiménez Barragán, Diana Aracelly López, Gladys Angélica Rodríguez Zamora, Adrián Eduardo Rosero Chávez y Manuel Ricardo Saltos Giler	
3. CALIDAD AGRONÓMICA DE ENMIENDAS PROVENIENTES DE BIOMASA: EVALUACIÓN MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO E INVERNADERO	<b>55</b>	8. COMPORTAMIENTO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ FRENTE A GAEUMANNOMYCES GRAMINIS VAR. GRAMINIS	<b>129</b>
María Amparo Gilces Reyna, Francisco Lafuente Álvarez y María Belém Turrión Niemes.		Leticia Vivas Vivas, Dennys Alfredo Poma Mayorga y Roberto Celi Heran	
4. ALTERNATIVA METODOLOGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO A CAPACIDAD DE CAMPO	<b>71</b>	9. CARBONO EN BOSQUES COMO INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD EN TERRITORIOS RURALES: UN ESTUDIO DE CASO	<b>142</b>
Harold Tafur Hermann, Clever Gustavo Becerra Romero		Carlos Salas Macías, José M. Zambrano Vivas, Robisson Ceme Macías, Karime Montes Escobar	
5. FISIOLOGÍA DE PALMA DE ACEITE (Elaeis guineensis Jacq.) E HÍBRIDOS OxG (Elaeis oleifera Kunth Cortes x Elaeis guineensis Jacq.)	<b>86</b>	10. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES HIDROFISICAS DE LOS SUELOS PARA RIEGO EN EL PROYECTO MULTIPROPÓSITO CHONE. Ramón Pérez Leira, Héctor Germán Cedeño Caicedo, José Darío Zambrano Gómez, Eric Cabrera Estupiñán y Carlos Manuel Estrella Paredes	<b>152</b>
Daniel Gerardo Cayón Salinas			

## **SECCIÓN 2. CIENCIAS VETERINARIAS**

11. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE NEMATODOS EN PISCINAS DE CAMARÓN LITOPENAEUS VANNAMEI. **170**  
Eulalia Ibarra Mayorga y Jonathan Josué Proaño Morales
12. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN LA GANADERÍA DE DOBLE PROPOSITO EN LA PROVINCIA DE MANABÍ. **178**  
Felicia Roller Gutierrez, Ing. Fernando Vivas Arturo, José Luis Azum
13. PERFIL DE PROGESTERONA Y FERTILIDAD DE VACAS HOLSTEIN CON ALTA INCIDENCIA DE REPETICIÓN DEL CELO EN EL TRÒPICO HÙMEDO **192**  
Rodolfo Pedroso Sosa y Felicia Roller Gutierrez
14. HEMBRAS BOVINAS GESTANTES, SACRIFICADAS EN CINCO MATADEROS MUNICIPALES DE LA PROVINCIA MANABÍ. **201**  
Juan Véliz Peñalver, Jennifer Macías Muñoz, 1Manuel Zambrano Loor

## **PRÓLOGO**

La esencia de toda universidad es la investigación y en la noble aspiración de que las universidades públicas del Ecuador se conviertan en instituciones altamente interdisciplinarias, internacionales, verdaderos centros de innovación, desarrollo económico y social, acordes a la demanda de esta sociedad del conocimiento, la Universidad Técnica de Manabí desarrolló la I Convención Científica Internacional, evento que congregó a otras instituciones de educación superior, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del país y extranjeras para el intercambio científico y de experiencias de profesionales en diferentes áreas temáticas.

Se recopilaron los trabajos que responden a las preocupaciones constantes en torno a las dificultades del sector agropecuario que pudieran convertirse en soluciones para la mejora tecnológica, económica y social, y de esta manera seguir estrechando la relación desarrollo-investigación.

Los artículos que se presentan contienen elementos de ciencia, tecnología e innovación en los niveles y calidad que los tiempos actuales solicitan, adquiere mayor importancia con aquellas que están relacionadas a las ciencias agrarias y ciencias veterinarias cumpliendo una vez más con la tarea de la divulgación de investigación científica para satisfacer las urgencias de demandas del conocimiento.

En el panorama actual de la investigación científica agropecuaria, esta compilación desea ser un estímulo para seguir indagando, tomando en consideración los temas expuestos y todas las perspectivas desde las cuales se han planteado, resulta una recopilación valiosa en el área agropecuaria, donde la ciencia y la tecnología deben estar al alcance de todos quienes lo necesitan.

Hipatia Delgado Demera, Ph D.

## Introducción

Las Agrociencias adquieren una importancia capital en el sector productivo y su entorno socioeconómico, cultural y político en una región como la provincia de Manabí en Ecuador, donde cerca del 40% de la población económicamente activa se dedica a actividades agropecuarias generando el 14% del valor agregado bruto provincial con una participación superior al 20% del total nacional de superficies de labor agropecuaria.

La investigación académica en esta área del conocimiento es capaz de generar innovaciones científicas y técnicas, aplicables a las realidades territoriales del Ecuador y otras partes del mundo, cónsonas con las necesidades de potenciación de mecanismos productivos sostenibles para incrementar los ingresos familiares y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En atención a los retos que la sociedad del conocimiento impone a la universidad contemporánea, la Universidad Técnica de Manabí organizó en octubre de 2017 la I Convención Científica Internacional como un espacio que propició el Intercambio de experiencias y conocimientos científicos profesionales, en diversas áreas del conocimiento donde las Ciencias Agropecuarias participaron con evidente protagonismo.

En el marco del mencionado evento se presentaron trabajos científicos de excelente calidad, discutiendo valiosa información que vale la pena difundir masivamente. En tal sentido, algunos trabajos representativos fueron seleccionados para la elaboración de trabajos completos, sobre los cuales se efectuó un proceso editorial riguroso, que contempló la evaluación por pares por el sistema de doble ciego para la publicación de un libro por capítulos con los trabajos que cumplieran con las exigencias establecidas en el proceso de evaluación.

Producto de esta interacción se logró consolidar un total de 14 trabajos, que corresponden a capítulos de libro, agrupados en dos áreas principales: Ciencias Agrarias (10) y Ciencias Veterinarias (4). Los autores de los trabajos pertenecen a Instituciones de Ecuador, Colombia, Perú, España y Costa Rica, específicamente la Universidad Técnica de Manabí, Universidad de Guayaquil, Universidad Central del Ecuador, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Valladolid España, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Instituto Nacional de

Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, Instituto Geográfico Militar, Ecuador, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.

El arbitraje en su totalidad fue realizado por investigadores, externos a la Universidad Técnica de Manabí, pertenecientes a instituciones de Ecuador, Venezuela, Colombia, España, Argentina y México.

La información presentada en esta publicación puede ser de mucho impacto en la comunidad académica Ecuatoriana, con la posibilidad de involucrar a docentes y estudiantes, de las carreras de las Ciencias Agropecuarias a nivel nacional, quienes pudieran incorporar la información aquí publicada a sus líneas y proyectos de investigación. También serán usuarios de este libro los técnicos y gerentes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y otros organismos gubernamentales y no gubernamentales, para la generación y promoción de políticas públicas cónsonas con el desarrollo del territorio y el aprovechamiento sostenible de los recursos.

Henry Antonio Pacheco Gil, PhD.

## 7. COMPOSICION QUIMICA NUTRICIONAL DE LAS SEMILLAS Y ALMENDRAS DE CACAO

1,2Juan Carlos Jiménez Barragán, 1,2Diana Aracelly López, 2Gladys Angélica Rodríguez Zamora, 3Adrián Eduardo Rosero Chávez, 4Manuel Ricardo Saltos Giler

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ingeniería Agrícola.

<sup>2</sup>Estación Experimental Tropical Pichilingue. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP

<sup>3</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo

<sup>4</sup>Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ingeniería Agrícola

### RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron los componentes de cacao en baba y seco, como alternativa para la agricultura sostenible del cultivo, considerando los componentes de las semillas (mucílago) y almendras (cascarilla) de cacao proveniente de fincas ubicadas en la zona de Quevedo, provincia de Los Ríos. Para el análisis de los componentes de cacao se registraron datos del peso de mazorcas, semillas, mucílago, cascara. Terminado el proceso de beneficiado se tomaron sub-muestras de almendras secas para el análisis en los cotiledones y cascara. Los resultados obtenidos muestran que el peso promedio de mazorcas fue de 731.83 g, la cantidad del jugo del mucílago fue de 24.02 ml, lo que representa el 3.28%; el peso promedio de semillas por mazorca fue de 168.93 g, representando el 23.08% y la cáscara tuvo un peso promedio de 539.07 g, lo que equivale al 73.66%. Las almendras secas presentaron promedios de 1.32 g; con un 84.42% de cotiledón y el 15.58% corresponde a la cascara. Los resultados obtenidos indican que la utilización de las semillas y las almendras de cacao en otros procesos productivos constituye una alternativa de gran interés y a la vez mitiga los problemas ambientales.

Palabras clave: cacao, fermentación, mucílago, cascara, biogás.

## NUTRITIONAL CHEMICAL COMPOSITION OF CACAO SEEDS AND ALMONDS ABSTRACT

The current investigation evaluated cocoa components in slime and dry, as an alternative for sustainable agriculture of the crop, considering the components of the seeds (mucilage) and almonds (husk) of cocoa coming from farms located in the area of Quevedo, province of Los Ríos. For the analysis of cocoa components, data were recorded on the weight of cobs, seeds, mucilage and husk. After the beneficiation process, sub-samples of dried almonds were taken for analysis in the cotyledons and husk. The results obtained show that the average weight of cobs was 731.83 g, the amount of the mucilage juice was 24.02 ml, which represents 3.28%; the average weight of seeds per cobs was 168.93 g, representing 23.08% and the shell had an average weight of 539.07 g, which is equivalent to 73.66%. The dried almonds presented averages of 1.32 g; with an 84.42% cotyledon and 15.58% corresponds to the husk. The results obtained indicate that the use of cocoa seeds and almonds in other productive processes, constitutes a great alternative of interest and at the same time mitigates environmental problems.

Keywords: cocoa, fermentation, mucilage, husk, biogas.

## INTRODUCCION

En la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% de la masa del fruto fresco. Otros componentes como la cascara del fruto y la cascarilla de las almendras se depositan en los suelos, generando una fuente de inóculo para la propagación de enfermedades fungosas, causante principal de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Franco et al 2010).

Las cáscaras de cacao se han tratado de utilizar para la alimentación de animales, pero su uso ha sido limitado por elevado contenido de pectina (8 a 11%) restringiendo el consumo en animales mayores; ésta impide la metabolización adecuada en el sistema digestivo. Sin embargo la producción de una solución péptica a partir de cáscara de cacao, representa amplios beneficios, tanto para el productor como para el ambiente, ya que se están aprovechando residuos agroindustriales y generando un valor agregado a la cadena del cacao. (Ramírez et al 2014).

Las semillas de cacao cuando se extraen de la mazorca están rodeadas de un mucílago que contiene de 10 a 15% de azúcar, 1% de pectina y 1,5% de ácido cítrico. Normalmente se desperdician más de 70 litros por tonelada de este material mucilaginoso (Braudeau, 2001).

La cascarilla después de la separación de los cotiledones, representa aproximadamente el 12% del total de la almendra, la misma que es obtenida después del proceso de tostado y es usada como fuente alimenticia para animales gracias a su contenido de fibra soluble que contribuyen a los programas de dietas, pero el contenido de alcaloides restringe su uso. Actualmente han aumentado estudios relacionados para este tipo de residuos y su posible utilización, debido a que estos representan un importante componente agrícola y desechos agroindustriales en el mundo, constituyendo una buena fuente de recursos renovables y energía. (Baena y García, 2012)

En algunos casos para industria cacaotera del país, como de la del mundo, representan un grave problema deshacerse de los desechos (cascaras, lixiviados y cascarillas de las almendras), especialmente cuando compran grandes cantidades de frutos de cacao para propósitos específicos, como la producción de chocolates especiales; aunque el proceso de descomposición de estos desechos es rápido, genera gran impacto ambiental por la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje; esto podrían constituir una materia prima de otros procesos productivos dentro de un concepto de economía circular (Barazarte, et al 2008).

Ante esta situación, instituciones públicas como las universidades, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y las industrias han motivado el desarrollo de estudios a nivel de campo y laboratorio para aumentar el valor comercial de la producción cacaotera, reincorporando los residuos al suelo como abonos orgánicos, en la elaboración de productos de consumo y la obtención de energías renovables, como alternativa para una agricultura sostenible; siendo el objetivo del presente trabajo, analizar la composición de las semillas y la almendras de cacao para su rendimiento en la producción de jalea, vino y biogás.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se ejecutó en los predios de la Universidad Técnica de Manabí, como trabajo final de la asignatura: Fundamentos en el uso eficiente de las fuentes de energía renovables; la información fue complementada con algunos análisis de la calidad física del fruto, las semillas, las almendras, y en los de productos de consumo directo, (vino y jalea), los mismos que fueron realizados en el Laboratorio de Calidad Integral del Cacao y Café del (INIAP).

Para el análisis de los componentes de cacao, se tomaron 10 mazorcas, por cada muestra; la misma que representa una finca de cacao tradicional (plantaciones provenientes de semillas de cacao del complejo Nacional); a estas se evaluaron: peso de la mazorca completa, peso de las almendras, peso de la cascara, cantidad del jugo del mucílago y los grados brix.

#### Proceso para la elaboración de Vino

Para la obtención del mucilago de cacao se cosecho 10 Kg de cacao fresco y se procedió a extraer el lixiviado, colectándose alrededor 1000 ml de mucilago; este valor no es constante ya que depende de la variedad genética de los materiales de cacao, inmediatamente se procedió a realizar la corrección de los grados brix en el extracto o mosto, hasta alcanzar los 23 grados, para el efecto se adicionó azúcar. En la fase de fermentación se utilizó 1.5 g de levadura seca por cada litro de mosto; la activación de la levadura se obtuvo mediante la mezcla de agua caliente a una temperatura no mayor 37°C con 10 g de azúcar.

La mezcla del lixiviado, la levadura y el azúcar, se procedió a colocar en un recipiente esterilizado con trampa de agua; el cual permaneció durante 4 días para la fermentación (burbujeo), durante este proceso se realizaron mediciones de los grados brix diariamente, tomando una pequeña muestra (dos gotas) para ser colocadas en el refractómetro, culminando el proceso cuando la sustancia líquida haya alcanzado 13°; valor considerado el adecuado para el vino.

La pasteurización se realizó a una temperatura de 65°C por 25 minutos y luego se colocó en refrigeración a 8°C, hasta que se produjo la sedimentación de los residuos. Finalmente se agregó gelatina pura en proporción de 0.15 g/L; se dejó en reposo por 24 horas y se procedió a envasar.

#### Proceso para la elaboración de Jalea

Para la elaboración de jalea se utilizó 10 Kg de cacao fresco obteniendo aproximadamente 1000 ml de lixiviado de cacao, luego fueron colocados en un recipiente para su cocción, se añadió azúcar y espesante; durante este proceso se agitó la solución constantemente hasta lograr la textura deseada de una jalea, la cual se mide mediante la prueba de la gota. Esta técnica consiste en dejar caer unas gotas del producto en un vaso con agua fría, si las gotas no se disuelven y llegan casi sin desintegrarse hasta el fondo del recipiente; se considera que el producto está listo.

#### Fermentación de las semillas de cacao

Un volumen de 150 kg de cacao fresco fue fermentado en cajones de madera por el periodo de cuatro días; durante este proceso se realizaron dos remociones; la primera a las 24 horas y la segunda a las 72 horas. Finalizada la fermentación, se continuó con el secado de forma natural, aprovechando los rayos solares, hasta obtener el 7 % de humedad en las almendras. Al final del secado se obtuvo 57 kg de cacao seco, perdiéndose el 62% de humedad durante el

proceso de beneficiado.

Las almendras de cacao seco fueron tostadas en un equipo tipo tambor giratorio, con capacidad para 12 kg. La temperatura fue 125 °C por 30 minutos, luego se realizó la separación de la cascarilla o testa utilizando el equipo denominado catador o descascarillador. Un total 41 kg de cacao fraccionado fue utilizado para la elaboración de chocolates oscuros y 8,6 kg de cascarilla formó parte de los componentes para la obtención del biogás.

#### Proceso para la obtención de biogás

Para la obtención del biogás se realizó una digestión anaeróbica, considerándose un proceso biológico de la materia orgánica, por considerarse el más idóneo para reducir el efecto invernadero; como materia prima se utilizó gallinaza + cascarilla del cacao tostado + agua; en proporciones de mezcla de 7,17 kg de gallinaza; 8.6 kg de cascarilla de cacao y un volumen de 0.110 m<sup>3</sup> de agua. Se desarrolló en total ausencia de oxígeno (anaerobiosis total) y mediante la acción de un grupo de bacterias propias del sustrato que se desarrollan durante la descomposición de los residuos para la transformación en productos gaseosos o “biogás”. La materia prima fue descompuesta en un tanque, con dimensiones de 0,57 m de diámetro y 0,86 m de altura. Con un área de 0,24 m<sup>2</sup> en la cual estuvieron por 18 días para su procesamiento, durante los cuales fueron evaluados diariamente la temperatura con un termómetro digital láser y la presión con un manómetro. Para los cálculos en preparación del biogás se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * L$$

Siendo:

V = Volumen

D = Diámetro

L = Longitud

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los componentes del cacao al ser utilizados de manera eficiente, como en el caso de los nibs en la fabricación de los chocolates, se convierten en valor agregado para el cultivo. Las características de la mazorca de cacao evaluadas aportaron con información importante para el uso de las mismas.

En Colombia la producción de Cacao en 2013 fue de 45 mil toneladas, y de estas sólo utilizan el 20%, desperdiciando el 80% que corresponde a la cáscara de la mazorca del cacao, de la que se pueda extraer la peptina”. (Urbina 2014). Perú por su parte cultiva unas 70 mil hectáreas de cacao, al igual que en Colombia el 80% es desperdicio, aproximadamente unas 140 mil toneladas de cáscara; en este país tienen la idea de incorporarlas a la cadena productiva de la gastronomía, contribuir con una alimentación saludable e incrementar los ingresos de las familias cacaoteras (Mendoza 2011). La producción de cacao en Ecuador en el 2015 fue de 260 mil toneladas, que corresponde al 26% del fruto y el 74% corresponde a la cáscara que en su gran mayoría es incorporado a las plantaciones y en algunos casos son eliminados como desechos. (ANECACAO 2016).

En el presente estudio se obtuvo un peso promedio de las mazorcas fue de 731.83 g, las cuales contenían un promedio de 44 semillas; las mismas tuvieron un peso de 168.93 g lo que equivale al 23% del peso total del fruto, mientras que solo la cáscara de la mazorca tuvo un peso de 539.07 g lo que equivale al 73% y apenas un 3% corresponde a los lixiviados de las semillas, resultados cercanos a los de Arteaga (2013), quién en su investigación encontró que un fruto de cacao contiene entre 30 a 40 semillas y 800 kg de semillas frescas producen aproximadamente 40 litros de pulpa que corresponde al 5% de masa del cacao.

También, es importante mencionar la variabilidad de los datos en las muestras evaluadas como se observa en la Tabla 1; El promedio del peso de las 10 mazorcas de la muestra 2 es significativa en comparación a las muestras 1 y 4. Mientras que los promedios del peso de la cáscara en la muestra 4, fueron los de menor valor entre todas las muestras; sin embargo la cantidad de lixiviados en esta muestra varía significativamente mostrando el mayor valor en comparación a las demás muestras.

Tabla 1. Resultados de las características de las mazorcas de cacao Nacional

Muestras	Peso de Mazorca (g)	Grado Brix (°)	Número de semillas	Peso de semillas (g)	Peso de cascara (g)	Mucilago (ml)
Muestra 1	654,45 b	16,91 A	48,00 a	184,26 a	457,89 ab	21,50 b
Muestra 2	850,64 a	15,27 A	41,85 a	185,10 a	608,11 A	23,95 b
Muestra 3	753,79 ab	18,53 A	43,50 a	153,72 ab	592,06 ab	20,28 b
Muestra 4	660,73 b	17,42 A	42,60 a	182,89 a	455,76 B	33,20 a
Muestra 5	739,54 ab	17,18 A	42,73 a	138,68 b	581,55 ab	21,18 b
<b>Promedio</b>	<b>731,83</b>	<b>17,06</b>	<b>43,74</b>	<b>168,93</b>	<b>539,07</b>	<b>24,02</b>
<b>Desvest*</b>	<b>80,16</b>	<b>1,18</b>	<b>2,45</b>	<b>21,43</b>	<b>75,68</b>	<b>5,31</b>
<b>CV</b>	<b>10,95</b>	<b>6,89</b>	<b>5,61</b>	<b>12,69</b>	<b>14,04</b>	<b>22,09</b>

• = Desviación estándar

En la Tabla 2, presenta los datos promedios de los componentes del cacao para el procesamiento del vino y la jalea que provinieron de los lixiviados y son aprovechados en un 10%, para la fermentación de las semillas, la diferencia son desechados. Los resultados obtenidos indican que entre un 11.79 y 15.50 % lixiviados fueron utilizados en la elaboración de estos dos subproductos.

Los residuos de las cáscaras de cacao seco que corresponden al 85% como promedio fueron utilizados como componentes para la descomposición orgánica. Mientras que los lixiviados de mucilago; de 1320 ml de jugo se obtuvo 1050 ml de vino, cabe mencionar que la fermentación no alteró el grado brix (10°) en el producto final de las diferentes muestras, por la concentración de azúcar añadida a la materia prima.

La jalea fue elaborada utilizando un promedio de 1611.67 ml de materia prima y se obtuvo 550 ml de producto final, aportando un 34% de rendimiento. Diferente a los resultados indicados por Bustamante (2014), quién obtuvo de un litro de jugo de mucilago de cacao 450 ml de jalea

con un rendimiento del 45%.

La concentración del grado brix, con promedio de 62.5 se ubicó dentro del rango de seguridad (entre 60 – 68 °), esto es importante para evitar la fermentación y el desarrollo de hongos si los sólidos solubles son menores a 60°, y para prevenir la cristalización de los azúcares durante el almacenamiento o proceso de comercialización si es superior a los 68° brix. Resultados cercanos a los obtenidos por Vallejo et al., (2016). Quienes en su trabajo de preparación de dos jaleas a partir de tres formulaciones obtuvieron valores entre 64 – 67° brix

**Tabla 2.** Promedio de los componentes de tres muestras de cacao nacional durante el procesamiento de vino y jalea.

Producto	Material	Peso cacao (g)	Cantidad Mucilago (ml)	Peso Residuos (g)	Mezcla preparación (ml)	Producto final (ml)	Grado Brix (°)
VINO	Muestra 1	11200,40	1320,00	9880,00	1250,00	1050,00	10,00
	Muestra 2	11044,15	1290,00	9044,00	1220,00	1000,00	10,00
	Muestra 3	11335,70	1350,00	9715,85	1250,00	1100,00	10,00
Promedio		11193,42	1320,00	9546,62	1240,00	1050,00	10,00
Desvest*		145,90	30,00	442,95	17,32	50,00	0,00
CV.		1,30	2,27	4,64	1,40	4,76	0,00
JALEA	Muestra 1	10481,95	1835,00	8088,77	1775,00	500,00	63,00
	Muestra 2	11440,28	1650,00	9384,40	1440,00	600,00	62,30
	Muestra 3	10212,35	1500,00	8196,10	1590,00	650,00	62,10
Promedio		10711,53	1661,67	8556,42	1601,67	583,33	62,47
Desvest*		645,35	167,80	719,05	167,80	76,38	0,47
CV.		6,02	10,10	8,40	10,48	13,09	0,76

\* = Desviación estándar

### Generación Biogás

La generación de grandes cantidades de residuos de naturaleza orgánica, para muchas compañías representa una importante desventaja por el elevado costo asociado a la tarea eliminación. En la presente investigación se tomó como alternativa la degradación mediante la digestión anaeróbica, considerando los riesgos para evitar efectos sobre la salud humana y alteraciones en la naturaleza; criterios que se comparte plenamente con Gutiérrez (2014), quien considera que el seguimiento de parámetros suele ser preciso para comprobar que se mantengan las condiciones necesarias para sostener el estado de reacciones bioquímicas de la digestión anaerobia, para evitar desequilibrio en la configuración de un aparato y las condiciones en que viene operando; así como el tipo de residuo a ser tratado, son factores clave que determinan la evolución del proceso.

La figura 1, muestra la generación del biogás durante la descomposición de los componentes del cacao (cascarilla de las almendras), durante 18 días evaluados; también se pueden observar que al día 7 fue la mayor cantidad de biogás generado en el biodigestor, alcanzando 0.14m<sup>3</sup>. Durante el tiempo evaluado se obtuvo 1.44 m<sup>3</sup>, pero para efectos de evaluación se descargaron 0.99m<sup>3</sup> de biogás.

El funcionamiento de la combustión fue comprobado en un generador, al que se le acopló un panel de 10 bombillos de 9 W cada uno, un total de 0.09 kW; luego de la estandarización del equipo, el combustible funcionó perfectamente durante la prueba de generación de energía, resultados que están acorde a los de Gutiérrez García et al (2012). Quiénes mencionan que la combustión 1 m<sup>3</sup> de biogás equivale a 5.96 kW por cada kW de energía producida por este subproducto.

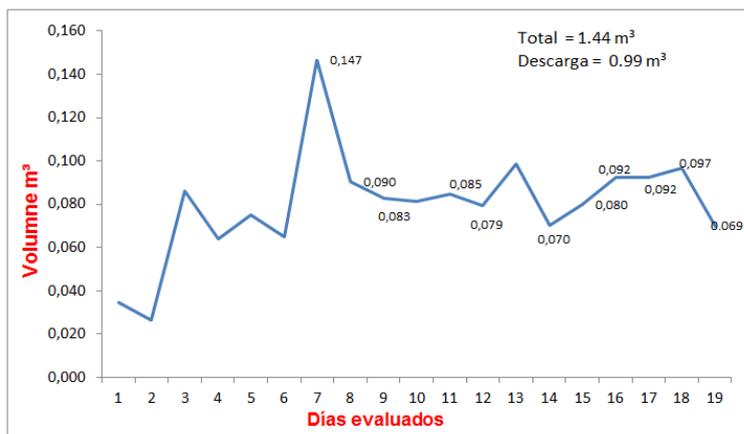


Imagen 1. Generación de biogás durante el proceso de los residuos vegetales.

### CONCLUSIONES

Las semillas de cacao es el producto principal de este rubro y está compuesto por un 38% de materia seca y un 62% de sustancias líquidas. Los lixiviados que provienen de estas y corresponden a un 15%, importante en el inicio de la fermentación para la transformación de los ácidos en azúcares y luego son descartados.

El cacao fermentado y seco está compuesto por un 85% de materia prima para la elaboración de productos finales como barras de chocolates entre otros y un 15% por la cascarilla o testa.

La cascarilla de cacao es un componente rico en calorías y de fácil degradación convirtiéndose en buena alternativa para la generación de biogás, tecnología enfocada a la sustentabilidad del medio ambiente y viable para regiones agrícolas e industrias.

### RECOMENDACIONES

Implementar las tecnologías obtenidas especialmente en los predios de grandes extensiones de este cultivo, con la finalidad de aprovechar e integrar todos los residuos y componentes del campo dentro de la ambiente cultivable.

Utilizar adecuadamente los componentes de cacao (cascara de frutos, cascarilla de las almendras y lixiviados) para evitar contaminaciones en el ambiente y deterioro del suelo por efectos de ciertos sustancias ácidas del cacao.

Continuar con la investigación para obtener una información con mayor fortaleza científica que pueda validar o corroborar los resultados obtenidos en el presente trabajo

### Referencias Bibliográficas

ANECACAO (2016). Resumen de estadísticas de exportación del cacao (2015). Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao del Ecuador. Pp 1 – 6.

Arteaga, Y. (2013). Estudio del desperdicio del mucilago de cacao en el cantón Naranjal (Provincia del Guayas). Revista ECA Sinergia. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. U.T.M. Año 4 Vol. 4. Pp 49 – 59.

Baena, L., García, N. (2012). Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. de una industria chocolatera colombiana. Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira – Colombia. Pp. 93

Barazarte, H., Sangronis, E., Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (Theobroma cacao L.): una posible fuente comercial de pectinas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 58 N° 1. Pp 64 – 70.

Braudeau, J. (2001). El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España. Editorial Blumé. P 297.

Bustamante, J. (2014). Delicias del cacao. Recetario preparado en el marco del Componente 2 del Programa Agroalimentario Sostenible USAID-RUT. San Antonio Suchitepéquez – Guatemala. P 4. <https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Recetario.pdf>

Franco, M., Ramírez, M., García, R., Bernal, M., Espinosa, B., Solís, J., Durán, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 1 (2): Pp. 45 – 66.

Gutiérrez M. (2014). Co-digestión anaerobia de lodo de Edar con residuos orgánicos de diferente naturaleza: combinación de técnicas experimentales y herramientas matemáticas. Tesis de grado Doctoral. Universidad de Navarra. Escuela Superior de Ingenieros Industriales. San Sebastián. Pp. 260.

Gutiérrez García, G de J., I. Moncada Fernández, M.M. Meza Montenegro, A. Félix Fuentes, J. de J. Balderas Cortés y P. Gortáres Moroyoqui (2012). “Biogás: una alternativa ecológica para la producción de energía”, *Ide@s CONCYTEG*, 7 (85), pp. 881-894.

Mendoza, M. (2011). Las propiedades alimenticias y medicinales en cáscara del cacao. Publicado en diario. *El Comercio*. Sesión Gastronomía. Lima Perú. <http://archivo.elcomercio.pe/gastronomia/peruana/propiedades-alimenticias-medicinales-cascara-cacao-noticia-1346865>

Ramírez, N., Mantilla, C., Rodríguez, L., Peralta, Y. (2014). Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. *Revista Integra*. SENA Regional Santander. SENNDOVA. Volúmen1. Pp 35 – 52

Urbina, C. (2014). Cáscara de cacao potenciaría a Santander en producción de mermeladas. *Local Vanguardia.com*.

Vallejo, C.; Díaz, R.; Morales, W.; Soria, R. Vera, J.; Baren, C. (2016). Utilización del mucílago de cacao, tipo Nacional y Trinitario, en la obtención de jalea. *Revista ESPAMCIENCIA*. 7(1). Pp 51-58.

Agrociencias, Investigación y Sostenibilidad es una obra de la Universidad Técnica de Manabí que comprende una compilación de trabajos presentados en la I Convención Científica Internacional. El libro contiene trabajos en las áreas de Ciencias Agrarias y Ciencias Veterinarias, donde se analiza información científica de interés público para una región del Ecuador que concentra más del 40 % de su población en el sector Agropecuario. Las tendencias actuales en los modos de producción, en el mencionado sector, requieren la implementación de mecanismos sostenibles, como indica el título de esta publicación. Es así que Agrociencias, Investigación y Sostenibilidad difunde información que puede resultar de mucha utilidad en la toma de decisiones, por parte de organismos gubernamentales y no gubernamentales en la Gestión de Políticas públicas, orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del territorio.

