



# 1<sup>er</sup> SIMPOSIO INTERNACIONAL

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS para fortalecer  
la cadena de CACAO en la AMAZONÍA ECUATORIANA

"Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región Amazónica"

**JULIO**  
10 y 11

## Temáticas

- Mejoramiento de la productividad: Biotecnología, Recursos Fitogenéticos, Mejoramiento Genético.
- Manejo Integrado de los Recursos Naturales: Agroforestería, Suelos, Protección Vegetal.
- Agroindustria y Valor Agregado: Mercados y asociatividad e industrialización.

Auditorio del  
Instituto Tecnológico  
Superior Oriente (ITSO)

Calle C y 10 de Agosto, Joya de los Sachas,  
Orellana

Dirigido a todos los actores de la  
cadena de valor del CACAO

# Artículos



**Primer Simposio Internacional Innovaciones  
Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la  
Amazonía Ecuatoriana**

*“Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región”*

*Orellana, Ecuador*

*10 y 11 de Julio de 2019*

# **Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana**

*“Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región”*

## **ARTÍCULOS DEL EVENTO**

*Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana*

*Primera edición, 2020*

*Cita sugerida de toda la obra:* Caicedo, C., Díaz, A., (Eds). (2020). Memorias del Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana. 10 - 11 de julio de 2019. La Joya de los Sachas, Ecuador. 1-60.

*Cita sugerida de un artículo:* Sotomayor, I., Tarqui, O., Peña1, G., Amores, F., Loor, R. y Casanova, T. (2020). Generación de Nueva Descendencia Híbrida Promisoria para Futuras Plantaciones Comerciales de Cacao Fino. En Caicedo, C., Díaz, A., (Eds). *Memorias del Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana*. 10 - 11 de julio de 2019. La Joya de los Sachas, Ecuador. 1-4.

*Prólogo: Carlos Caicedo, Ms.C. Director de la Estación Central de la Amazonía INIAP*

*La Joya de los Sachas, junio 2020*

**ISBN Digital:** 978-9942-38-269-6

**Todos los derechos reservados**

**“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”**

## **Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana**

### ***“Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región”***

#### **Comité Organizador:**

---

#### **Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)**

Carlos Caicedo, Ms.C.	Jimmy Pico, Ms.C.	Antonio Vera, Ms.C.
Carlos Yáñez, Ms.C.	Nelly Paredes, Ms.C.	José Intriago, Ing.
William Viera, Ms.C.	Fabián Fernández, Ing.	Luis Lima, Ing.
Alejandra Díaz, Ing.	Yadira Vargas, Mgs.	Servio Bastidas, Ing.
Cristian Subía, Ms.C.	Carlos Congo, Ing.	Armando Burbano, Ing
Dennis Sotomayor, Ing.	Leider Tinoco, Ing	

#### **AGN LATAM**

Patricio Cuasapaz, Ing.

#### **Comité Científico:**

---

Carlos Caicedo, Ms.C.	Dennis Sotomayor, Ing.	Ernerto Cañarte Ph. D
David Gallar, Ph.D	Elena Villacrés, Ms.C.	Danilo Vera Ph. D
César Tapia, Ph.D.	Juan Carlos Jiménez Ms. C.	Jimmy Pico, Ms.C.
Nelly Paredes, Ms.C.	Armando Burbano, Ing.	Antonio Vera, Ms. C.
Rey Loor, Ph.D.	Manuel Carrillo, Ph.D.	Yadira Vargas, Mgs.
Cristian Subía, Ms.C.	Alejandra Díaz, Ing	Eduardo Morillo, Ph.D.
Víctor Barrera, Ph.D,	Servio Bastidas, Ing.	Iván Garzón, Ms. C.

#### **Comité Revisor Externo:**

---

#### **Universidad Estatal Amazónica (UEA)**

Dr. C. Segundo Valle Ramírez, Ph.D

Dra. C. Karina Carrera Sánchez, Ph.D

#### **Comité Editor:**

---

#### **Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)**

Carlos Caicedo, Ms.C.      Alejandra Díaz, Ing

# TABLA DE CONTENIDO

<b>Área Temática:</b> Mejoramiento de la Productividad	
Generación de Nueva Descendencia Híbrida Promisoria para Futuras Plantaciones Comerciales de Cacao Fino .....	1
Identificación de Árboles de Cacao con Potencial para Procesos de Mejoramiento Genético en Comunidades de Taisha y Pastaza .....	5
<b>Área temática:</b> Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Agroforestería. ....	8
Biodiversidad de Especies Asociadas a los Sistemas de Producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	8
Caracterización del Aporte de Fincas Agrobiodiversas Cacaoteras a los Servicios Ecosistémicos en la Provincia de Orellana .....	11
Almacenamiento de Carbono Arbóreo de <i>Erythrina poeppigiana</i> en el cultivo de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	15
Eficiencia Energética del cultivo <i>Theobroma cacao</i> en Sistemas Agroforestales Amazónicos del Ecuador .....	19
<b>Área temática:</b> Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Agroecología. ....	23
Sostenibilidad en el Territorio Ancestral Waorani: Caso Producción de Cacao .....	23
<b>Área temática:</b> Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Agroindustria y valor agregado.....	27
Uso de Mazorcas de Cacao Enfermas para la Obtención de Biodiesel y Abonos Orgánicos .....	27
Evaluación del Efecto de Tres Procesos de Beneficiado Sobre la Calidad Física del Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) Cultivado en la Zona Norte de la Amazonía Ecuatoriana .....	31
<b>Área temática:</b> Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Suelos. ....	34
Dinámica Nutricional en Interacciones NPK Relacionada a Características Morfológicas y Fisiológicas en Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) Clon CCN 51.....	34
Respuestas Fisiológicas y Morfológicas de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) Clon CCN 51 a la Fertilización con Diferentes Fuentes de Nitrógeno.....	39
<b>Área temática:</b> Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Protección Vegetal. ....	43
Efecto de Prácticas de Manejo Sobre la Incidencia de <i>Moniliophthora roreri</i> , y Rendimiento en el Cultivo de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	43
Dinámica Espacial de Esporas de <i>Moniliophthora roreri</i> (Cif & Par) en el Cultivo de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en La Joya de Los Sachas .....	46
Manejo Integrado de la Monilia ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) en el Cultivo de Cacao en La Joya de los Sachas.....	49

Identificación de especies de <i>Trichoderma</i> obtenidas de fincas cacaoteras del norte de la amazonia Ecuatoriana como posibles fuentes de control de <i>Moniliophthora roreri</i> H.C. Evans .....	53
<b>Área temática:</b> Agroindustria y Valor Agregado, Mercados y asociatividad e industrialización. ....	57
Costos y Distribución Temporal de la Inversión para el Desarrollo de una Variedad Clonal de Cacao de alta productividad .....	57

## **PRÓLOGO**

El primer simposio internacional de innovaciones tecnológicas se realizó con el propósito de fortalecer la cadena de valor y contribuir a la sostenibilidad del cacao en la región amazónica ecuatoriana a través de la socialización y difusión de avances y/o resultados de investigaciones, innovaciones y emprendimientos.

El INIAP a través de la Estación Experimental Central de la Amazonía desde el 2008 ha desarrollado varios planes y proyectos de investigación en el rubro cacao en mejoramiento genético, manejo integrado del cultivo, conservación y uso de la agrobiodiversidad, agroindustria y actividades de transferencia de tecnologías. El cacao es de gran importancia para los sistemas de producción de las familias de mestizos y pueblos y/o nacionalidades indígenas en la Amazonía ecuatoriana.

Se presentaron 12 conferencias magistrales, 25 presentaciones orales y 12 presentaciones mediante posters además de la presentación de 10 emprendimientos de productores.

Asistieron 283 participantes el 80% fueron Técnicos y 20% Agricultores de varias instituciones públicas: INIAP-EETP-EESC, MAG - Subsecretarías, ST-CTEA, BanEcuador, CorpoSucumbios, GADPO, GADMJS, GADMFO; instituciones privadas: GIZ, CECAO, CIAP, VALRHONA, CIRAD; Universidades: UTA, UNL, UEA, ESPOL, ESPOCH, ISTECA, IAEN y emprendimientos de: Kapawi, Agrocafé, Aromas del Yasuní, MasadiCoffee, LusadiCocoa, Asosumaco.

En este documento se presentan avances y/o resultados de investigaciones en varias áreas temáticas como mejoramiento de la productividad, manejo integrado de recursos naturales, agroforestería, agroecología, suelos, protección vegetal, agroindustria, mercados y asociatividad.

Los organizadores agradecemos a la Universidad Estatal Amazónica (UEA) por el aval académico; al Instituto Superior Oriente (ITSO) por la facilitación de las instalaciones como auditorio y área para los emprendimientos; AGM Latam por la coordinación de la organización del evento.

**Carlos Estuardo Caicedo Vargas**

**DIRECTOR DE ESTACIÓN**

**Área temática:** Manejo Integrado de los Recursos Naturales,  
Agroindustria y valor agregado.

## **Uso de Mazorcas de Cacao Enfermas para la Obtención de Biodiesel y Abonos Orgánicos**

Juan C Jiménez<sup>1</sup>, Wilmer H Ponce<sup>1</sup>, Iván Samaniego<sup>1</sup>, Gladys A Rodríguez<sup>1</sup>, Betty J Rivadeneira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Dirección, Km 5 vía Quevedo – El Empalme, casilla 24. Teléfono 05 (2) 783 044

E-mail: juan.jimenez@iniap.gob.ec; juncarj2020@yahoo.com

**Palabras Clave:** Fermentación, Manteca, Transformación

### **INTRODUCCIÓN**

En Ecuador y la mayoría de los países productores de cacao en el mundo, las enfermedades con mayor potencial de daño son aquellas causadas por hongos basidiomicetes del género *Moniliophthora*, entre las cuales están: *Moniliophthora roreri* (Moniliasis) y *Moniliophthora perniciosa* (Escoba de bruja). La moniliasis es la enfermedad de mayor preocupación por su severa amenaza a la producción mundial del cacao, (Suárez y Aranzazu 2010). Estudios realizados muestran que, en la zona de Quevedo, los porcentajes de mazorcas enfermas superan el 50% al momento de la cosecha. En la zona norte de Esmeraldas, y nor-oriente amazónico, este porcentaje alcanza hasta el 90%, (Amores et al., 2014)

Uno de los principales desafíos del siglo XXI, es sin duda alguna el calentamiento global; ninguna población en el mundo es ajena al llamado efecto invernadero y a sus consecuencias, dadas por el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), que emiten dióxido de carbono generado por el excesivo uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón) como fuente de energía.

Una de las alternativas para mitigar estos efectos es el uso del biodiesel, combustible elaborado a partir de cultivos oleaginosos, aceites vegetales, reciclados y grasas, como sustituyente de los combustibles petroquímicos, logrando cierto balance en las emisiones de carbono (Calderón et al., 2013).

Con los antecedentes expuestos se propone el uso de las cáscaras y las semillas provenientes de mazorcas enfermas para obtener biodiesel y abonos orgánicos, como alternativas para disminuir la contaminación en los cultivos y mejorar la calidad del producto que va a la industria chocolatera, además estaría suministrando valor agregado al desarrollo de la cadena productiva del cacao.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recolectaron los frutos enfermos, infestados por Monillas, Escoba de bruja y *Phytophthora* y aquellos frutos bien formados que permitieron la obtención de las



semillas para fermentar en sacos de fibra por 6 días, se realizó en la época lluviosa del año 2019. Al final de esta etapa se retiró el tejido dañado para dar paso al secado de manera natural, en tendal de cemento, hasta alcanzar el 7% de humedad.

Los diferentes procesos de transformación (torrefacción, molienda, empaçado) del cacao seco, proveniente de los frutos enfermos, fueron mecanizados, utilizando equipos específicos para cada actividad que permitieron alcanzar los parámetros establecidos por las normas de calidad. De igual manera para extraer la grasa de cacao se utilizó el método del prensado mecánico a la pasta de cacao, accionado manualmente.

La transformación de la manteca de cacao a biodiesel se realizó por el método de la reacción de transesterificación catalizada por un compuesto alcalino, Hidroxido de sodio (NaOH), disuelto en alcohol Metanol (CH<sub>3</sub>OH)

El análisis de los componentes bioquímicos de la grasa y pasta se realizaron en el laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina y del biodiesel en la Estación Experimental Portoviejo, analizándose: pH, índice de acidez, viscosidad cinemática a 40°C, densidad a 16.5°C. Mientras que la nutrición (macro y micro nutrientes) en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Las variaciones de los datos obtenidos de tres observaciones, fueron analizadas mediante estadísticas descriptivas: promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una hectárea de cacao tradicional, se cosecharon un total 6 757 frutos, de los cuales 4 032 fueron sanos (58.30% de la producción), mientras que 2 725 fueron frutos enfermos (41.70 %). El peso del cacao sano en seco secado fue de 355 kg, (73.40% de la producción de cacao seco), mientras que 111 kg del cacao provinieron de los frutos enfermos (26.6 %).

El aprovechamiento del cacao proveniente de los frutos enfermos fue del 73.7%, en Nibs y del 87.0 % de la pasta de cacao, de la cual se obtuvo el 22.63% de manteca de cacao y un 72.75% de torta. La producción de manteca de cacao estuvo distribuída en un 79% de biodiesel y 21% de glicerina (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados de los diferentes procesos de transformación del cacao.

Observaciones	Mazorcas enfermas	Cacao						
		seco (kg)	Nibs (kg)	Pasta (kg)	Manteca (kg)	Torta (kg)	Biodiesel (l)	Glicerina (kg)
I	321.00	30.00	18.00	13.70	3.14	9.98	2.50	0.56
II	365.00	48.00	36.00	32.80	7.20	23.91	5.50	1.86
II	359.00	33.00	25.00	23.00	5.29	16.56	4.30	0.75
<b>Total</b>	<b>1 045.00</b>	<b>111.00</b>	<b>79.00</b>	<b>69.50</b>	<b>15.63</b>	<b>50.45</b>	<b>12.30</b>	<b>3.17</b>
<b>Promedio</b>	<b>348.33</b>	<b>37.00</b>	<b>26.33</b>	<b>23.17</b>	<b>5.21</b>	<b>25.23</b>	<b>4.10</b>	<b>1.06</b>
<b>DS</b>	<b>23.86</b>	<b>9.64</b>	<b>9.07</b>	<b>9.55</b>	<b>2.03</b>	<b>17.75</b>	<b>1.51</b>	<b>0.70</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>6.85</b>	<b>26.06</b>	<b>34.46</b>	<b>41.23</b>	<b>38.99</b>	<b>70.38</b>	<b>36.83</b>	<b>66.45</b>
<b>Valor (%)</b>	<b>41.65</b>	<b>26.60</b>	<b>73.70</b>	<b>87.00</b>	<b>22.63</b>	<b>72.75</b>	<b>79.00</b>	<b>21.00</b>

DS = Desviación estándar; C.V. = Coeficiente de variación

El perfil de Ácidos Grasos Libres (AGL) de la grasa de cacao, fue identificado por 15 ácidos grasos, que representaron el 90% del total disponible, de los cuales tres se destacan por su mayor disponibilidad; el ácido esteárico con 30.52%; oleico con 29.62% y el ácido palmítico con 25.40 %. Estos resultados coinciden con trabajos realizados utilizando aceites reciclados, donde predominan estos ácidos, alcanzando disponibilidades del 97.69%, (Ordoñez et al. 2013)

Las características físico – químicas del biodiesel, muestran un pH de 7.28; su índice de acidez fue bajo, 4%, lo que garantiza un alto grado de transesterificación. Se resalta que los valores encontrados cumplen con la Norma ASTM D 664, cuyo valor límite es de 0.5 mg de KOH/g, (Medina et al., 2015).

De igual manera la densidad de 0.87 g/cm<sup>3</sup>, se enmarca dentro de los límites permitidos por las Normas internacionales; DIN/ISO 3 675 y la viscosidad cinemática con un promedio 5.66 mm<sup>2</sup>/s; cumple con los rangos establecidos por la Norma DIN/ISO 445.

El rendimiento de los residuos fue del 63% para la cáscara y el 85% para la cascarilla. De una tonelada de cáscara de cacao descompuesta se obtuvieron 650 kg de abono y de la mezcla compuesta con 41 kg de cascarilla, 100 kg de suelo y 16 kg de torta, se obtuvieron 116 kg de abono orgánico.

El análisis nutricional reportó la presencia de macro y micro nutrientes en la cáscara y en la cascarilla, el Potasio y Nitrógeno presentaron mayor contenido en la cascara y testa con 3.80%; 1.38% y 3.10%; 2.52% respectivamente, mientras que los micro nutrientes el Hierro con 96.22 ppm y el Manganeseo con 83.56 ppm; presentaron mayor concentración en la cascara. En la cascarilla se presentó mayor concentración de Fe con 158.84 ppm, Boro con 65.24 ppm y Zinc con 59.17 ppm.

## **CONCLUSIONES**

La utilización de los frutos enfermos de cacao podría ser considerada una alternativa amigable para el ambiente especialmente en épocas de producción que presentan altos porcentajes de frutos enfermos, con valores de hasta 41.70%; de infestación por hectárea de cacao en la zona de Quevedo.

La reacción de transesterificación del aceite de cacao procedente de las almendras de los frutos enfermos alcanzó el 79% para la producción del biodiesel, utilizando CHOH como alcohol disolvente y NaOH como catalizador.

Se considera viable el procesamiento de los residuos del cacao (cáscara de las mazorcas y cascarilla de las almendras) para su uso como abonos orgánicos ricos en macro nutrientes como Potasio, Nitrógeno y micro nutrientes como Hierro, Boro, Zinc y Manganeseo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Amores, F., Saquicela, D., Sarabia, W., Tarqui, O., Sotomayor, I. y Vasco, A. (2014). Buenas Prácticas para la renovación de huertas improductivas de cacao tradicional. Manual Técnico N° 97. 181.

- Calderón, A., Isaías, A., Mariana, MS. y José, AT. (2013). Obtención y caracterización de biodiesel a partir de aceite crudo de la palma africana *Elaeis guineensis* Obtaining and characterization of biodiesel from crude palm oil *Elaeis guineensis*.
- Medina, M., Ospina, Y. y Tejada, L. (2015). Esterificación y transesterificación de aceites residuales para obtener biodiesel. *Luna Azul* ISSN 1909-2474 No. 40, enero - junio 2015. (40), 25-34. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.3>.
- Ordoñez, BM., Chaves, LC. y Rodríguez-Pérez, W. (2013). Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina Characterization of Biodiesel obtained from waste cooking oil. *15*(1), 61-70.
- Suárez, Y. y Aranzazu, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao. s.l., s.e. 1-90



# 1<sup>er</sup> SIMPOSIO INTERNACIONAL

## INNOVACIONES TECNOLÓGICAS para fortalecer la cadena de CACAO en la AMAZONÍA ECUATORIANA

*"Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región Amazónica"*

WordPress content

Organiza:



Con el apoyo de:



ISBN: 978-9942-38-269-6



9 789942 382696