



1^{er} 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

Área Temática: 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
Área temática: 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
Área temática: Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Agroecología.	23
Sostenibilidad en el Territorio Ancestral Waorani: Caso Producción de Cacao	23
Área temática: 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
Área temática: 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
Área temática: 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
Área temática: 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

Eficiencia Energética del cultivo *Theobroma cacao* L. en Sistemas Agroforestales Amazónicos del Ecuador

Leider A Tinoco¹, Alejandra E Díaz¹, Carlos D Congo¹, Yadira B Vargas, Carlos E Caicedo¹

¹Estación Experimental Central de la Amazonia, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Vía San Carlos km. 1.5, sector la Parker. Telf. +593-6-3700000, La Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador.
E-mail: leider.tinoco@iniap.gob.ec

Palabras clave: agrosilvicultura, agricultura sostenible, balance energético.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional nos ha llevado a una menor eficiencia energética y a una mayor dependencia de las energías no renovables, sin embargo existen alternativas en el marco de los principios agroecológicos como la agroforestería, agricultura orgánica y la agricultura tradicional. El cultivo de cacao es importante en las regiones Litoral y Amazonía del Ecuador sin embargo no existe información sobre eficiencia energética y económica (David, 2016). En la cuenca amazónica la agroforestería representa una importante alternativa para el manejo sustentable de los bosques con el propósito de recuperar y conservar reservas de carbono a través de las principales actividades para el mecanismo de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD) frente a la presión generada por la agricultura itinerante (Villa, Martins, Monsanto, Neto, y Cancio, 2015), en este sentido Nicholls y Altieri (2019) manifiestan que el rediseño de los agroecosistemas con principios agroecológicos conlleva a sistemas con propiedades deseables de resiliencia socio-ecológica. El reto de la producción de alimentos con el uso de prácticas sostenibles ha motivado la necesidad de desarrollar sistemas productivos integrales y diversificados, que se caractericen por el uso más eficiente de los insumos y la energía, basados en los principios de la ciencia agroecológica (Rodríguez-Izquierdo et al., 2017). El objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia energética y productiva del cultivo de *Theobroma cacao* L., con diferentes arreglos agroforestales y manejos agronómicos en la Amazonía ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Central de Amazonía (EECA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), situado a una altitud de 250 m s.n.m., longitud 76°51'48.80" Oeste y latitud 0°21'29.92" Sur, en el cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana. De acuerdo a la clasificación de la zona de vida corresponde a un bosque húmedo tropical-bhT (Holdridge, 1987), con una precipitación de 3 217 mm año⁻¹, heliofanía 1 418.2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91,5% (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2010). El cultivo de cacao se estableció con una densidad de 1 111 árboles/ha (3 x 3 m) en arreglos agroforestales con la leguminosa *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook a una distancia de 6 x 6 m; con el forestal *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, como especie frutal *Bactris gasipaes* Kunth y la combinación de la especie forestal más la leguminosa a una distancia de 12 x 12 m, por último un sistema a pleno sol como testigo. Los manejos agronómicos alto convencional (AC), medio convencional (MC), orgánico intensivo (OI) y bajo orgánico (BO), se

aplicaron con base al análisis de suelo y a las tablas guía de fertilización en cacao del INIAP (Padilla, 1979). Para el manejo AC se utilizó fertilizante sintético aplicando el 50% adicional de la dosis requerida, para el manejo OI se utilizó abonos orgánicos como gallinaza, roca fosfórica y bioestimulantes, en el manejo BO se usó abonos orgánicos con la aplicación del 50% de la dosis recomendada de acuerdo al análisis de suelo. Las equivalencias energéticas utilizadas para calcular los gastos en insumos agrícolas directos e indirectos fueron las reportadas por Trujillo (1996). La estimación de la energía directa e indirecta de los sistemas agroforestales se calculó según Márquez et al. (2011) por medio de las siguientes ecuaciones: Combustible: $E_{dc} = C_c * E_{eg}$ [1], donde: E_{dc} = Energía asociada al consumo de combustible (Mcal/ha); C_c = consumo de combustible (l/ha); E_{eg} = equivalente energético del gasóleo (41 MJ/l) ó (38.7MJ/l). Mano de obra: $E_{dh} = E_h * n_{ob} / C_{tob}$ [2], donde: E_{dh} = Energía asociada a la mano de obra empleada (MJ/ha); E_h = equivalente energético del trabajo humano (1.96 MJ/h para el hombre según Mandal, Saha, Ghosh, Hati, & Bandyopadhyay, 2002); n_{ob} = Cantidad de obreros que participan en una determinada labor; C_{tob} = capacidad de trabajo de los obreros agrícolas (ha/h). La eficiencia energética se realizó mediante el cálculo de la energía producida (EP) y energía consumida (EC) según Funes et al. (2011). $EP = (Producción * CE) / 1000$ [3] y $EC = Gastos de insumos * CE / 10$ [4], donde: Producción = rendimiento (kg/ha), CE = contenido energético según la equivalencia energética en Kcal/unidad de medida. Ingreso de energía (IE) = Ingreso de energía directa (IE_d) + Ingreso de energía indirecta (IE_i) [5], donde la energía directa está relacionada al uso de mano de obra, combustible, maquinaria y energía indirecta a insumos como fertilizantes sintéticos como orgánicos, insecticidas. Productividad energética (PE) = Producto obtenido / Ingreso de energía [6]. Balance energético (BE) = Energía en producto - EP (MJ/ha) / Energía consumida - EC (MJ/ha) [7] y la eficiencia económica del sistema según la relación beneficio costo = Ingresos / Costos [8].

Se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) en franjas para los tratamientos, que corresponden a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos con tres réplicas, los resultados se analizaron con el programa estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada, Robledo, 2017), empleando modelos lineales generales y mixtos, para establecer diferencias estadísticas se empleó la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$ (Di Rienzo, Macchiavelli, y Casanoves, 2012), según modelo aditivo $Y_{ijk} = \mu$ (media general) + Sombra_(i) + Manejos agronómicos_(j) + Sombra*Manejos agronómicos_(ij) + Bloque_(k) + Manejos agronómicos (Bloque)_{j(k)} + error experimental_(ijk).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias LSD Fisher, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para el factor sombra, interacción sombra y manejos agronómicos, estos hallazgos se atribuyen a que los sistemas agroforestales no han alcanzado su máximo desarrollo y aprovechamiento, en este sentido Filho et al., (2015) considera que los ensayos de largo plazo en sistemas agroforestales (SAF) para estudios de interacciones agroecológicas, brinda una amplia gama de informaciones, necesarias e importantes para apoyar los procesos de diseño y manejo de innovaciones productivas, que permitan un balance adecuado entre productividad del cultivo asociado y árboles entre los 10 y 20 años, con la generación de servicios ambientales básicos para la sustentabilidad. Por el contrario los manejos agronómicos presentaron diferencias altamente singinifactivas ($p < 0.05$), razón por la

cual se rechaza la hipótesis nula planteada, bajo la condiciones del experimento se presentan diferencias entre los distintos tipos de manejos agronómicos en el cultivo de cacao (Tabla 1). El manejo agronómico bajo orgánico, resultó con el menor consumo de energía por unidad de superficie, aceptable producción, mayor eficiencia y productividad energética, Nicholls y Altieri (2011, 2019) indican que esta forma de agricultura, es capaz de producir alimentos con un mínimo impacto ambiental y con una mayor eficiencia energética, los resultados además posicionan al manejo bajo orgánico con la mejor eficiencia económica en la relación beneficio/costo.

Tabla 1. Eficiencia energética de cuatro manejos agronómicos en el primer año de producción[†] del cultivo de cacao en La Joya de los Sachas, Orellana (Ecuador). 2019

Manejo agronómico	IE (MJ/ha/año)	EE (MJ/ha/año)	BE	PE (kg/MJ)	B/C (\$)
Alto convencional	33 425.7 ^a	2 377.5^a	0.07 ^c	0.01 ^c	0.76 ^b
Bajo orgánico	6 109.1^d	1 902.5 ^{ab}	0.31^a	0.05^a	1.02^a
Medio convencional	22 286.5 ^b	1 695.4 ^{ab}	0.08 ^c	0.01 ^c	0.61 ^b
Orgánico intensivo	6 942.2 ^c	1 337.6 ^b	0.19 ^b	0.03 ^b	0.65 ^b

IE= Energía consumida, EE=Energía producida, BE= Eficiencia energética, PE= Productividad energética, B/C=Eficiencia económica relación beneficio costo. Letras diferentes entre promedios son significativamente diferentes según LSD Fisher ($p < 0.05$). Valores con negritas representan mejor promedio. [†]Edad del cultivo 3 años.

CONCLUSIONES

La mayor eficiencia energética en el cultivo de cacao se alcanzó con el manejo bajo orgánico, al minimizar el consumo de energía, menor dependencia de insumos externos, y disminución de los costos de producción (R/C: 1.02), convirtiéndose en una alternativa dentro de un proceso de transición agroecológica en los ecosistemas frágiles de la Amazonía.

BIBLIOGRAFÍA

- David, P. (2016). Energy efficiency of cacao agroforestry under traditional and organic management. *Agron. Sustain. Dev.* (2016) 36: 49
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2017). InfoStat versión 2017. Recuperado 14 de mayo de 2019, de <http://www.infostat.com.ar>
- Di Rienzo Raúl, J. A., Macchiavelli, E., y Casanoves, F. (2012). *Modelos lineales mixtos: Aplicaciones en InfoStat*. Grupo InfoStat, Córdoba.
- Filho, E. de M. V., Casanoves, F., Hagggar, J., Staver, C., Soto, G., Avelino, J., ... Nojonen, M. (2015). La productividad útil, la materia orgánica y el suelo en los primeros 10 años de edad en sistemas de producción de café a pleno sol y bajo varios tipos de sombra y niveles de insumos orgánicos y convencionales en Costa Rica. *Sistemas agroforestales*, 131.

- Funes-Monzote, F., Martín, J., Suárez, J., Blanco, D., Reyes, F., Cepero, L., ... Sánchez, J. E. (2011). Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 445-462.
- García Trujillo, R. (1996). *Los animales en los sistemas agroecológicos*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DO2003101307>
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (N° 83). Agroamérica.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2010). Anuario Meteorológico. Nro. 50. Dirección de Gestión Meteorológica Procesamiento y Edición: SIGIHM, Quito, EC. 139 p.
- Mandal, G., Saha, P., Ghosh, K., Hati, M., & Bandyopadhyay, K. (2002). Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23(5), 337-345. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00058-2)
- Márquez, M., Valdés, N., Ferro, M., Paneque, I., Rodríguez, Y., Chirino, E., Gómez, L. M. y Vargas, D. (2011). Análisis agroenergético de tipologías agrícolas en La Palma. Ríos, L. H.; Vargas, V. D. y Funes, M. F. (Comp.). Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba. 248 p.
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. Á. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*, 6, 28-37.
- Nicholls, C., y Altieri, M. (2019). Agro-ecological bases for the adaptation of agriculture to climate change. *UNED Research Journal*, 11(1), 55–61.
- Rodríguez-Izquierdo, L., Rodríguez-Jiménez, S. L., Macías-Figueroa, O. L., Benavides-Martell, B., Amaya-Martínez, O., Perdomo-Pujol, R., ... Miyares-Rodríguez, Y. (2017). Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40(3), 222-229.
- Villa, P., Martins, S., Monsanto, L., Neto, S., y Cancio, N. (2015). La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de la Amazonía. *Bosque*, 36(3), 347-356. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300002>



1^{er} 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