



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 - Subsecretarias, 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: Mejoramiento de la Productividad

Generación de Nueva Descendencia Híbrida Promisoria para Futuras Plantaciones Comerciales de Cacao Fino

Ignacio A. Sotomayor¹, Omar M. Tarqui¹, Geover R. Peña¹, Freddy M. Amores², Rey G. Loor¹ y Teresa J. Casanova¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue. CP: 121250. Km 5 1/2 vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador.

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1 1/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. CP: 120501. Cantón Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

E-mail: ignacio.sotomayorc@iniap.gob.ec

Palabras Clave: Cruzamientos, Población, Progenies.

INTRODUCCIÓN

La escoba de bruja [*Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora] es la enfermedad que afecta a brotes jóvenes, cojinetes florales, yemas vegetativas y frutos jóvenes; esta enfermedad combinada con la *monilia* del fruto [*Moniliophthora roreri* (Cif.) HC Evans, Stalpers, Samson & Benny] causan pérdidas anuales que superan en ocasiones el 50% del total de frutos producidos y en casos extremos pueden llegar hasta el 90% de pérdidas en la cosecha (Surujdeo-Maharaj, 2003). Por tal motivo, la obtención de variedades mejoradas con mayor valor económico, ayudaría a enfrentar este problema, por su efectividad, reduciría drásticamente el uso de fungicidas, haciendo un cultivo más amigable con el medio ambiente y más atractivo para los pequeños agricultores. Convirtiéndose en la mejor alternativa, desde el punto de vista económico, ambiental y de manejo agronómico para el productor. El antecedente de esta investigación fue la ejecución de un programa de cruzamientos dirigidos durante el periodo 2003 - 2004. Obteniendo de esta manera las tres poblaciones híbridas. Logrando realizar 124 cruces, de las cuales provinieron 76. 22 y 26 familias híbridas de las poblaciones A, B y C, en su orden. En el 2004 se obtuvieron las mazorcas, que en el periodo 2004-2005 condujeron a la generación de igual número de progenies híbridas de los cruces planificados. El objetivo de esta investigación fue la selección de genotipos de cacao derivados de híbridos de diverso origen dotados de precocidad, alta productividad, aceptable tolerancia a las enfermedades y calidad organoléptica, para una posterior liberación comercial y/o uso en nuevos programas de mejora genética.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP durante el período de agosto 2006-noviembre 2013, ubicada en el km. 5 de la vía Quevedo-El Empalme (Mocache-Los Ríos), a una altitud de 85 msnm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2018). Se ejecutaron tres esquemas de cruzamientos para obtener progenies híbridas que permitan la selección de genotipos de cacao con alto rendimiento y tolerantes a las enfermedades. Los parentales se seleccionaron con base en estos dos criterios, a partir de colecciones vivas y dos poblaciones híbridas antiguas disponibles en la EET-Pichilingue. La primera población de progenies se obtuvo cruzando genotipos Alto amazónico x Alto amazónico; la

segunda población se obtuvo cruzando genotipos de cacao de tipo Nacional x Alto amazónico, mientras que la tercera descendió del cruce entre genotipos de cacao tipo Nacional x Nacional. Al final se evaluó una población compuesta por 698 genotipos de cacao seleccionados a partir de las progenies derivadas de los esquemas de cruzamientos antes mencionados. La evaluación se condujo en el periodo 2007-2013

Un total de 5 524 plántulas fueron evaluadas en una huerta “antigua” de alta infección de Escoba de bruja, provenientes de 124 familias híbridas obtenidas dentro de las tres poblaciones. Se realizaron tres evaluaciones durante los doce meses de observación de la enfermedad. Al final de la evaluación se seleccionaron 1 109 plantas que presentaron ausencia de síntomas de infección o solo mostraron síntomas débiles de la enfermedad. Más tarde se procedió a la multiplicación vegetativa de estas plántulas híbridas, y posteriormente se sembraron en campo abierto para la evaluación de 698 clones procedentes de las plantas híbridas seleccionadas. Se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) constituidos por tres plantas por clon y cuatro repeticiones.

Las variables registradas durante el período diciembre 2007 - noviembre 2013 fueron: número de mazorcas sanas, peso fresco (g), número de mazorcas enfermas con escoba de bruja, número de mazorcas enfermas con moniliasis, número de escobas vegetativas, número de escobas de cojinetes y número de frutos chirimoyas.

Se realizó un análisis multivariado de agrupamientos (Método de Ward) para estructurar la variabilidad entre genotipos. Al final se generaron tres grupos en función de niveles de similitud entre ellos, de acuerdo a las variables evaluadas. A partir de estos dos análisis, se obtuvo un diagrama de dispersión con todos los individuos, que se ubicaron de acuerdo a sus mejores características. Luego se exploró cada grupo utilizando un análisis univariado, de esta manera se identificaron individuos de interés en cuanto a variables productivas y sanitarias. Este análisis permitió detectar posibles diferencias estadísticas entre aquellos clones. Cuando el valor de F era significativo ($p < 0.05$) se procedía a la separación de medias de clones para cada variable; con este propósito se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las características de los genotipos más productivos, el clon que presentó el menor valor para número de mazorcas sanas, fue el EET 103 con 33.77 mazorcas. El genotipo que presentó el valor más alto fue el INIAPT C84, con 83.27 mazorcas, notándose que fue el clon que mayor cantidad de mazorcas sanas produjo. Los rangos más altos de rendimiento presentaron los clones INIAPT C84, CCN 51 e INIAPT B84, con valores de 10 084.09, 9 116.67 y 8 937.50 gramos de peso fresco respectivamente.

La alta variabilidad encontrada en los clones, en cuanto a incidencia de mazorcas con moniliasis, permitió identificar genotipos que presentaron poca o casi nula infección de la enfermedad como es el caso del INIAPT D35, INIAPT C69, INIAPT E40, INIAPT A58 y el INIAPT E47, con valores cercanos a cero. En lo referente a mazorcas enfermas con Escoba, los clones que presentaron baja incidencia fueron: el INIAPT C69, INIAPT E47, INIAPT E40 e INIAPT-A58 con valores promedio de 0.22, 0.45, 0.45 y 0.67, respectivamente. En lo referente a estas enfermedades, revela que es factible encontrar fuentes de resistencia, dando a conocer el grado de incidencia que tienen; corroborando los estudios realizados por Rivera (1995). Estos paralelismos encontrados en estos

genotipos son de vital importancia en la generación de nuevas variedades de cacao con mazorcas resistentes a escoba de bruja y moniliasis.

Para la variable número de escobas vegetativas los clones que presentaron los valores más bajos fueron: INIAPT D27, INIAPT D60, INIAPT D26 y los controles TIP 1 y TAP 6, con valores promedio de 0.58, 3.73, 4.58, 3.67 y 4.08 en su orden, lo cual indica que estos clones tienden a infectarse muy poco con esta enfermedad, a diferencia de los clones comerciales, dando a conocer el grado de tolerancia que tienen. Aquellos genotipos que presentaron características promisorias frente a la enfermedad, provienen de poblaciones híbridas que se cruzaron entre parentales Alto Amazónicos. La baja incidencia de escoba de bruja presentada por los clones de origen Amazónico podría deberse su alto grado de tolerancia a la enfermedad, lo que concuerda con lo manifestado por Evans et al., (1977).

Además es importante mencionar que algunos de estos clones, están dotados con la característica de tolerancia a moniliasis, como es el caso del INIAPT A81 e INIAPT D27 de manera muy similar a los controles resistentes como TIP 1, TAP 6 y EET 233, con 0.00, 0.50, 0.75, 0.75 y 0.80 mazorcas enfermas con síntomas y signos de monilia, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se identificó al genotipo INIAPT C84, obtenido del cruzamiento entre genotipos Alto Amazónicos, como el clon con mayor capacidad de rendimiento, considerándose el genotipo con el mayor número de atributos que contribuyen a su valoración económica, ya que cuenta con una capacidad de rendimiento superior al clon comercial CCN 51 y un perfil sensorial muy particular, de acuerdo a análisis realizados actualmente. Por tal motivo, los planes para entregarlo como nueva variedad comercial en beneficio del sector cacaotero del Ecuador se encuentran avanzados.

La alta variabilidad encontrada permitió identificar genotipos que presentaron poca o casi nula infección de mazorcas con escoba de bruja y moniliasis como es el caso INIAPT A81, INIAPT D35, INIAPT C69, INIAPT E40, INIAPT A58 y INIAPT E47; encontrando posibles fuentes de resistencia frente a estas dos importantes enfermedades que afectan al cultivo.

Se identificaron tres clones, derivados del cruzamiento entre genotipos Alto amazónicos: INIAPT D27, INIAPT D26 y el clon INIAPT D60, proveniente del cruce entre Nacional x Nacional, con menor incidencia de *Moniliophthora perniciosa* (Escobas vegetativas) y podrían usarse como fuentes de resistencia genética frente a la enfermedad, en futuros programas de mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFÍA

Evans, H. C., Edwards, D., & Rodriguez, M. (1977). Research on cocoa diseases in Ecuador: past and present. *PANS*, 23(1), 68-80.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2018). Instituto Nacional de Meteorología. Anuarios Meteorológicos 2000-2016. [Julio, 2018].

- Rivera, J. (1995). *Evaluación de la reacción del material promisorio de cacao de origen Nacional a Escoba de bruja Crinipellis perniciosa (Stahel) Siger* (tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. 66 p.
- Surujdeo-Maharaj, S., Umaharan, P., Butler, D., & Sreenivasan, T. (2003). An optimized screening method for identifying levels of resistance to *Crinipellis perniciosa* in cocoa (*Theobroma cacao*). *Plant Pathology* 52, 464–75.

Identificación de Árboles de Cacao con Potencial para Procesos de Mejoramiento Genético en Comunidades de Taisha y Pastaza

Cristian Subía¹, Darío Calderón¹, Fabián Fernández¹, Rey Loor², Olivier Fouet³,
Claire Lanaud³

¹ INIAP - Estación Experimental Central de la Amazonía – Ecuador

² INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue – Ecuador

³ Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD - Francia)

E-mail: cristian.subia@iniap.gob.ec

Palabras clave: adaptación, caracteres, *Theobroma cacao*

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es reconocido a nivel mundial por la producción de cacao, se cultivan algunos tipos, siendo la variedad de tipo Nacional la de mayor interés como país debido a su calidad y más en la actualidad que apoyados de estudios arqueológicos se ha demostrado que su cultivo y comercialización se lo realizó desde hace más de 5 000 años (Lanaud et al., 2012).

Estudios genéticos donde se compararon individuos identificados en plantaciones tradicionales del Ecuador con un grupo de cacaos silvestres provenientes de diversas regiones de América del Sur y Central, determinaron parentesco entre el grupo representante de la variedad Nacional con ciertas muestras procedentes del sur de la Amazonía ecuatoriana (Loor et al., 2009), lo que ha motivado a continuar la búsqueda de caracteres genéticos y morfológicos en árboles ancestrales que aún se los puede encontrar en diferentes fincas de zonas aún no exploradas de la Amazonía ecuatoriana.

Iniciando desde la parte sur de Zamora Chinchipe, hace aproximadamente 10 años se han realizado tres prospecciones obteniendo 192 árboles madre, en el 2017 cubrieron hasta la parte central de Morona Santiago y de los materiales identificados se han realizado estudios moleculares y de calidad (Loor et al., 2015), disponiendo actualmente de varios ensayos tanto de clones como de descendencia natural ubicados en los sitios de origen, así como en lotes pertenecientes a Estaciones y Granjas Experimentales del INIAP. Dentro de la variabilidad colectada se han logrado identificar varios materiales con potencial agronómico, industrial y comercial, los que conforman la base de los planes de mejoramiento que realiza el Programa Nacional de Cacao y Café (Calderón et al., 2017).

Las actividades se ejecutaron en el marco del proyecto “Domesticación pasada y presente de plantas de cacao finos y aromáticos de la Amazonía. Estudio paleontológico, genético, bioquímico y económico” que fue registrado en el MAE e incluido al Contrato Marco de Acceso a los Recursos Genéticos Nro. MAE-DNB-CM-2015-0024.

El objetivo del presente estudio fue incrementar la variabilidad del cacao identificando árboles con potencial para procesos de mejoramiento genético ubicados en el norte de Morona Santiago y al sur de Pastaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Partiendo de la información disponible de los puntos geográficos explorados en intervenciones anteriores, se identificaron zonas con características ambientales y geográficas ideales para el cultivo de cacao tanto al norte de Morona Santiago como al sur de Pastaza, específicamente alrededor de las comunidades de Taisha y Kapawi, respectivamente.

Se realizaron acercamientos con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) de la cabecera parroquial de Taisha en la provincia de Morona y de la parroquia Juan Montalvo en Pastaza, además, se identificaron a los rectores del colegio técnico agrícola “Los Ángeles” en San José de Taisha y técnico en agroturismo “Tuna” en Kapawi – Pastaza. Se realizaron las convocatorias a los padres de familia de los colegios para el desarrollo de talleres que permitieron identificar las zonas, épocas de producción y los lugares donde se encuentran árboles longevos de cacao, así también que permitan identificar informantes estratégicos y posibles guías para la hoja de ruta de la expedición en cada una de las localidades.

En los talleres se presentaron los objetivos y formas de trabajo para la identificación, caracterización y muestreo de individuos que permitan incrementar la base genética del programa de mejoramiento genético de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Se realizó una descripción general de las muestras utilizando cuadros de frecuencias en base a las variables registradas.

De cada uno de los árboles se registraron los datos pasaporte de acuerdo a la matriz que maneja el Departamento de Recursos Fitogenéticos del INIAP, donde consta su ubicación geográfica, condiciones del lugar y características morfológicas generales como producción, sanidad y observaciones particulares de caracteres que sobresalen en algunos de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la participación de un equipo técnico del INIAP junto a un especialista del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) en el mes de mayo de 2019 se realizó la prospección a las zonas de intervención, identificándose 73 árboles de los cuales el 48% son de Kapawi y el resto de Taisha. En total se visitaron 16 comunidades pertenecientes a pueblos Shuar, Achuar, Quichua y colonos, ubicadas entre los 200 y 450 msnm.

El 82% de los árboles se encontraron aislados de parientes cercanos, la mayoría de ellos dentro de bosques o a orillas de río. Se encontraron también árboles de cacao que son cuidados por los dueños de la propiedad, principalmente por su alta producción en definidas épocas del año. Debido al estado fenológico, muchos de ellos se encontraron sin frutos (55%), se determinó posible ausencia de enfermedad en 34 individuos, mientras la gran mayoría de los árboles restantes presentaron síntomas de escoba de bruja vegetativa y de cojinete floral y en el 30% de los árboles con fruto se observó monilia.

Se obtuvieron 91 mazorcas sanas para la evaluación de las características del fruto y sus almendras fueron sembradas para el estudio de la descendencia. El 20% de mazorcas

presentaron almendras de color blanco, la longitud de las mazorcas fue de entre 7 y 29 cm, el número de semillas osciló entre 2 - 50 y pesos de almendras en baba de hasta 250 g por mazorca.

Las varetas tomadas de cada uno de los árboles fueron propagadas vía injertación (clonación), las semillas obtenidas se sembraron en vivero para la obtención de la descendencia y las muestras foliares, cumpliendo el Acuerdo de Transferencia de Material existente, se enviaron al laboratorio del CIRAD para la caracterización genética de los individuos.

CONCLUSIONES

Se incrementó la base genética del programa de mejoramiento de cacao con individuos de significativa variabilidad morfológica obtenida en las comunidades de Taisha y Kapawi del sur de la Amazonía ecuatoriana.

Se dispone en propagación material clonal y por hibridación natural de cacao para estudios en cada localidad y a nivel de Estación Experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón, D., Subía, C., Fernández, F., Loor, R., Fouet, O. y Lanaud, C. (2017). Identificación de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial para el mejoramiento de los sistemas de producción en el sur de la Amazonía ecuatoriana. In ICCO Workshops and Seminars/International Symposium on Cocoa Research
- Lanaud, C., Loor, R., Zarrillo, S y Valdez, F. (2012). Origen de la Domesticación del cacao y su uso temprano en Ecuador. (Origin of the domestication of cacao and its early use in Ecuador). *Nuestro Patrimonio*. 12-24.
- Loor, R., Risterucci, A., Courtois B., Fouet, O., Jeanneau, M., Rosenquist, E., Amores, F., Vasco, A., Medina, M. & Lanaud, C. (2009). Tracing the native ancestors of the modern *Theobroma cacao* L. population in Ecuador. *Tree Genetics & genomes*. 5(3),421-433.
- Loor, R., Lachenaud, P., Fouet, O., Arguot, X., Peña, G., Castro, J., Amores, F., Valdez, F., Hurtado, J. & Lanaud, C. (2015). Rescue of Cacao Genetic Resources Related of the Nacional Variety: Surveys on the Ecuadorian Amazon (2010 – 2013). *ESPAMCIENCIA*. 6(3), 7-15.

Área temática: Manejo Integrado de los Recursos Naturales,
Agroforestería.

**Biodiversidad de Especies Asociadas a los Sistemas de Producción de Cacao
(*Theobroma cacao* L.)**

Nelly J Paredes¹⁻², Jimmy T Pico¹, Carlos E Caicedo¹, Luis F Lima¹, Porfirio P
Chimbo², Álvaro Monteros-Altamirano³

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

³INIAP Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador

E-mail: nelly.paredes@iniap.gob.ec

Palabra clave: chakras cacaoteras, diversidad de cultivos.

INTRODUCCIÓN

Los retos más urgentes para la humanidad incluyen la producción de alimentos de una manera sostenible, aún bajo escenarios de cambio climático, es así como los huertos caseros o llamados comúnmente como chakras o policultivos, juegan un rol fundamental ya que engloban un conjunto de plantas que pueden ser árboles, arbustos, trepadoras, plantas medicinales, frutales, resinas, herbáceas, plantas ornamentales, aceites esenciales o especias, insecticidas o fibras para la artesanía y para la venta o consumo familiar (Kumar y Nair, 2006; Peñuela et al., 2016).

Por lo tanto, los policultivos o chakras son considerados como reservorios de la agrobiodiversidad en comunidades rurales en todo el mundo (Oakley, 2004). La conservación *in situ* de los recursos genéticos, utilizando este procedimiento tiene como ventaja la de garantizar la sostenibilidad de huertos en relación con el medio ambiente, a bajo costo y con fácil acceso de semillas. Adicionalmente se resalta que pueden ser utilizados intencionalmente para la conservación *in situ* de especies de interés comercial (Paiva, 1998) tal como es el caso del cacao en la Amazonía ecuatoriana.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar y estudiar la diversidad de especies asociadas al cultivo de cacao en fincas o chakras cacaoteras donde el INIAP interviene con su proceso de fortalecimiento en la provincia amazónica de Francisco de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció como área de estudio las comunidades Pimampiro, Eugenio Espejo y 24 de Mayo en la provincia de Francisco de Orellana. La temperatura media anual en esta zona es de 24.8 °C, la precipitación media anual es de 3 319 mm, la humedad relativa de 88% y se encuentra a una altitud de 255 msnm (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2018). Se desarrollaron varias intervenciones: *a*) talleres participativos en las comunidades para obtener una lista general de especies (maderables y no maderables), *b*) selección de especies prioritarias basada en criterios de participantes de las tres comunidades, *c*) talleres con expertos locales de las comunidades, y *d*) validación del conocimiento local con base en la información

obtenida en los talleres de expertos locales. Primero se preparó una base de datos y luego se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) y prueba de medias (Tukey) para analizarlas. Esta información fue transformada a tablas y gráficos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los participantes eran mayores de edad, y con una larga permanencia en la comunidad. En su mayoría propietarios de fincas, con nivel de escolaridad media (colegios), poseen áreas cultivadas con cacao con un promedio de una hectárea, los entrevistados dedican la mayor parte del tiempo a trabajos fuera de la finca.

Las comunidades reportaron entre 98 y 184 especies útiles por comunidad; las 282 especies útiles nombradas se agruparon en 67 familias botánicas y 78 géneros. Las familias más abundantes fueron Boraginaceae, Fabaceae, Sapotaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae, Arecaceae y Vochysiaceae.

En lo que respecta a cultivos de seguridad alimentaria las especies más frecuentes encontradas en los cultivos de cacao fueron yuca (*Manihot esculenta* Crantz), chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth), plátano (*Musa* sp), papa aérea (*Dioscorea alata* L.), patas (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.), ají (*Capsicum* sp.), maíz (*Zea mays* L.) y maní (*Arachis hypogea*).

En lo que respecta a familias botánicas de medicinales se identificaron 44 familias botánicas, observándose que el mayor número fue la familia Lamiaceae con 23 especies, Verbenaceae con 18 especies, Solanaceae con 14 y Zingiberaceae con 12. Además se identificaron 15 familias botánicas representadas por una sola planta.

Se identificaron 55 especies para artesanía dentro de las cuales se destacan bejuco del hombre (*Heteropsis oblongifolia* Kunth), pita (*Aechmea magdalenae* (André) André ex Baker) y chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) y 63 especies maderables utilizadas principalmente para la construcción siendo las más sobresalientes cedro (*Cedrela odorata* L.), laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.), bálsamo (*Hymenaca* sp), chuncho (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke) y pambil (*Iriarte deltoidea* Ruiz y Pav.). Cinco especies se usan como tintes: Curcuma (*Curcuma longa* L.), Bejuco (*Mucuna andreana* Micheli), Ojo de buey (*Mucuna* sp), Suita (*Geonoma congesta* H.Wendl. ex abeto) y achiote (*Bixa Orellana* L.).

Ocho especies fueron identificadas como prioritarias para las comunidades, incluyendo una palma chonta (*Iriarte deltoidea* Ruiz y Pav.), tres especies de árboles (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav., *Cedrela odorata* L., *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), y una para artesanía (*Aechmea magdalenae* (André) André ex Baker).

CONCLUSIONES

- Las tres comunidades conservan una alta agrobiodiversidad que incluyen especies para la seguridad alimentaria (122), uso medicinal (135), uso para construcción (63), uso artesanal (55), uso comercial (28) y tintes (5).
- De la gran agrobiodiversidad presente, los dueños de chakras priorizan especies de acuerdo al fin, sea autoconsumo o fines comerciales.

- Existe un alto conocimiento asociado a las especies, los cuales deben ser registrados en conjunto con los agricultores y bajo los lineamientos vigentes para el efecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Kumar, B. & Nair, P. (2006). The role of soil science in the sustainability of agroforestry systems: eliminating hunger and poverty. In: Gama-Rodrigues (eds) *Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brazil. 203-216.
- Oakley, E. (2004). Quintais domésticos: uma responsabilidade cultural. *Revista Agriculturas* 1(1), 1- 20.
- Paiva, J. (1998). *Melhoramento genético de espécies agroindustriais na Amazônia*. EMBRAPA, Brasília. 135
- Peñuela, M., Schwarz, A., Monteros-Altamirano, A., Zurita-Benavidez M., Cayapa, R., & Romero, N. (2016). *Guía de la Agrobiodiversidad: Tres comunidades kichwa: Atacapi, Alto Tena y Pumayacu*. Universidad Regional Amazónica IKIAM, Tena, Ecuador. 130. ISBN: 978-9942-8638-1-2

Caracterización del Aporte de Fincas Agrobiodiversas Cacaoteras a los Servicios Ecosistémicos en la Provincia de Orellana

Nelly J Paredes¹⁻², Jimmy T Pico¹, Carlos E Caicedo¹, Luis F Lima¹, Porfirio P Chimbo², Álvaro Monteros-Altamirano³

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

³INIAP Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador

E-mail: nelly.paredes@iniap.gob.ec

Palabra clave: conservación, finca agrobiodiversa, servicios ecosistémicos

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los sistemas de producción se han mantenido en la provisión de alimentos y en un incremento de su productividad a corto plazo, amparado por los avances científicos e innovaciones tecnológicas en sistemas de producción tecnificados, la introducción de nuevas variedades, monocultivos y un uso excesivo de productos químicos. Estas prácticas agrícolas insostenibles han causado la pérdida de biodiversidad, la contaminación de aguas, suelos, la degradación general del ambiente, además de alterar los procesos de conservación y producción de servicios ecosistémicos que dependen de las buenas relaciones del hombre con la naturaleza (Rota y Sperandini, 2010; Navarro, 2012).

De esta forma investigadores y políticos plantean nuevos enfoques como la producción integrada es decir opciones de producción basados en la implementación de sistemas autosuficientes y diversificados, minimizando de esta forma pérdidas y desequilibrios en el ambiente (Gliessman, 2002). Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar y evaluar el aporte de fincas agrobiodiversas de cacao a los servicios ecosistémicos en la provincia de Orellana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció como área de estudio las comunidades Pimampiro, La Gacela y 24 de Mayo, De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] la temperatura media anual en la zona de estudio es de 24.8 °C, la precipitación media anual es de 3 319 mm, la humedad relativa de 88% y se encuentra a una altitud de 255 msnm (INAMHI, 2018).

En el estudio se evaluaron fincas agrobiodiversas, las cuales fueron seleccionadas mediante la aplicación de criterios económicos, ambientales y sociales, sin embargo, para este artículo se reporta solo criterios ambientales. Se seleccionaron 32 fincas, tomando como base el concepto de finca agrobiodiversa (espacios que incluyen todos los componentes de la diversidad biológica pertinentes a la alimentación, la agricultura y el ecosistema agrícola, brindan servicios ecológicos, ciclados de nutrientes, regulación biótica, mantenimiento del ciclo hidrológico, polinización y también la parte sociocultural y saberes de los productores) (De Bello et al., 2010; Stupino et al., 2014). Se aplicó una matriz, donde se consultó conservación del suelo, ciclaje de nutrientes, producción de alimentos, tratamiento de desechos, regulación de plagas y enfermedades y conservación de la biodiversidad, de los cuales se seleccionaron los servicios ambientales más relevantes.

Para la evaluación del grado de aporte de las fincas a la conservación de los servicios ecosistémicos, se basó en la metodología descrita por Altieri y Nicholls (2002) y Fallas-Bonilla (2009). Con la información obtenida de las entrevistas a los agricultores, se realizaron análisis descriptivos de cada indicador y por servicio ecosistémico (Di Rienzo, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sistema cacao en la finca

Cada finca es un agroecosistema diferente, cada una está diseñada y manejada acorde a los objetivos del dueño. De las encuestas realizadas el 70% son kichwas y el 30% son mestizos, la familia está compuesta por seis miembros en promedio por familia. Los productores poseen un nivel de educación conformado por el 78% con nivel primario, 19% con nivel secundario y solo el 3% tiene nivel superior.

En lo que respecta al porcentaje de cobertura de sombra, los productores disponen en sus plantaciones de un 56% de sombra mediana, de los cuales el 64% de los productores no realizan labores culturales como poda debido a la falta de cultura de podas, de igual forma el 23% mencionó que no poda por falta de tiempo y el 9% mencionó que no maneja los árboles debido a que son muy altos y solo el 4% de los productores mencionó que no poda los árboles por falta de dinero para cubrir los gastos de la actividad de las podas.

Mencionaron que el 75% de los árboles presentes en los sistemas de producción es para madera, el 3% menciona que los árboles tienen una función de aporte de hojarasca para nutrir el suelo, el 6% conservan por temas de seguridad alimentaria, el 13% conserva árboles por sombra y el 3% conserva árboles para la venta. Es así como se debe disponer de una cantidad de árboles asociados al cacaotal que permitan hacer un aprovechamiento sostenido (Suárez et al., 2002).

En lo que respecta a funciones de los árboles asociados al cacao el 40% de los productores mencionaron que aportan hojarasca para apoyar en la nutrición al suelo, de igual forma el 40% de los productores mencionan que los árboles tienen una función para mejorar los ingresos económicos por venta de la madera, el 10% de los productores mencionó que los árboles tienen una función para seguridad alimentaria y el 5% mencionaron que los árboles cumplen una función de aporte a la conservación de fuentes de agua, al igual que el 5% mencionó que la función de los árboles es madera para construcción. En este contexto existen algunas especies de la familia Fabaceae que aportan algunas funciones ecológicas al cultivo de cacao (Sánchez et al., 2016).

Análisis comparativo de los servicios ecosistémicos en las fincas

Los residuos de cultivos, árboles leguminosos, los abonos orgánicos y los cultivos de cobertura son las principales fuentes de materia orgánica identificadas. El 93% de las fincas evaluadas incorporaron residuos de cultivos. En las fincas encuestadas el porcentaje de uso de residuos de cultivos es > 80%, porque son considerados una fuente importante de materia orgánica. Los residuos más utilizados fueron los del cultivo de plátano (*Musa* spp.), maíz (*Zea mays* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y leguminosas guaba (*Inga* sp.) y erythrina (*Erythrina* sp.), de las 14 especies

identificadas, esto indica que en las fincas agrobiodiversas existe mayor aprovechamiento y uso de los residuos vegetales, por lo tanto, un mayor aporte de materia orgánica al suelo.

La siembra y el mantenimiento de cultivos de cobertura es otra práctica que tiene gran valor para los agricultores de las fincas agrobiodiversas, el 90% sembraron maíz tusilla (material local), maní forrajero (*Arachis pintoii* Krapov. & WCGreg.), frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) a más de erytrina y flemingia (*Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.) para la protección y recuperación del suelo; mientras que en las fincas no agrobiodiversas solamente el 40% de los productores realizaron esta práctica, de igual forma el uso de abonos orgánicos no fue frecuente en este tipo de fincas (30%), mientras que en las agrobiodiversas fue muy común. En todas las fincas agrobiodiversas prepararon compost que es una tecnología que está ampliamente distribuida por el Instituto Nacional de Aprendizaje (Soto, 2003).

Las fincas agrobiodiversas llegan a intercalar un promedio de trece cultivos (piña, maíz, frijol, ají, yuca, camote, plátano, guineo, arroz, varias medicinales, chontaduro, papaya y zapallo) por parcela, mientras que en las fincas no agrobiodiversas se presentaron promedios de tres a cuatro cultivos (maíz, frijol, plátano yuca) respectivamente. Esto les permite a las fincas agrobiodiversas una mayor resiliencia y disminuir la presión sobre los recursos naturales (Gliessman, 2002).

En el inventario de la agrobiodiversidad se identificaron 65 tipos diferentes de alimentos; dentro de los alimentos de origen vegetal se pudieron diferenciar frutales, hortalizas, raíces, tubérculos, granos, chontaduro, palmitos y otros. Otra práctica muy común en el 80 % de las fincas evaluadas fue la de implementación de los sistemas agroforestales, donde se combina regularmente frutales con hortalizas, granos, raíces, y especies forestales con pastos, con la finalidad de recuperar la fertilidad del suelo. La producción de alimentos para el consumo familiar es el principal objetivo de los sistemas agrícolas evaluados, la diferencia entre ellos radica en la cantidad, calidad y tipo de alimento que producen.

CONCLUSIONES

Los policultivos y la diversificación de las prácticas agrícolas que se practican en las fincas agrobiodiversas son los factores principales que contribuyen a una mayor conservación de los servicios ecosistémicos, es así como las fincas agrobiodiversas presentan un mayor grado de aporte a la conservación del suelo y la biodiversidad, a la producción de alimentos, al tratamiento de desechos y a la regulación de plagas y enfermedades. Estos beneficios son, principalmente, el resultado de técnicas agroecológicas eficientes que permiten diversificar las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales que caracterizan a estas fincas

BIBLIOGRAFÍA

Altieri M. y Nicholls Cl. (2002). Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Manejo integrado de plagas y agroecología. CR. (64), 17-24. Disponible en: www.agroeco.org/doc/SisAgroEvalSuelo2.htm

- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J., Bardgett, R., Berg, M., Cipriotti, P., Feld, C., Hering, D., Martins da Silva, P., Potts, S., Sandin, L., Sousa, J., Storkey, J., Wardle, D. & Harrison, P. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity & Conservation* 19:2873-2893. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-010-9850-9>
- Di Rienzo, JA., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo C.W. (2012). InfoStat, versión 2012, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Fallas, G. (2009). *Metodología para el Análisis de la Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de Fincas Ecológicas y Convencionales en Costa Rica*. (tesis de posgrado) Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica.
- Gliessman, SR. (2002). Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Eds. E Rodríguez; T Benjamín; L Rodríguez; A Cortés. Turrialba, Costa Rica. 127 p.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2018). Datos meteorológicos, Provincia de Orellana. Recuperado el 5 de julio 2019, <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Navarro, M. (2012). Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los servicios ecosistémicos y a la calidad de vida de las familias en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica. *Agricultura Ecológica*. Universidad CATIE. 118 p.
- Rota, A. & Sperandini, S. (2010). Integrated crop-livestock farming systems. (en línea). Rome, It. Recuperado el 20 de Oct. del 2012. Disponible en: <http://www.ifad.org/lrkm/factsheet/integratedcrop.pdf>
- Sánchez, F., Pérez, J., Obrador, J., Sánchez, Á. y Ruiz, O. (2016). Estructura arbórea del sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14, 2695-2709.
- Soto, G. (2003). Abonos Orgánicos: El Proceso de Compostaje. In Meléndez, G. Soto, G. eds. Taller de Abonos Orgánicos. El proyecto NOS del CATIE/GTZ, el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. UCR, Sabánilla, CR. 30-55.
- Stupino, S., Iermanó, J., Gargoloff, A. y Bonicatto, M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón, J. y Flores, C. (ed.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 5, 131-158. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.

Almacenamiento de Carbono Arbóreo de *Erythrina poeppigiana* en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Antonio Vera¹, Carlos D Congo¹, Nelly J Paredes^{1, 2},
Cristian R Subía¹, Carlos E Caicedo¹

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

E-mail: antonio.vera@iniap.gob.ec

Palabras clave: agrosilvicultura, biomasa forestal, cambio climático

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno que altera las condiciones climáticas y la reacción de los distintos ecosistemas a nivel global; este cambio se atribuye a las actividades antropogénicas como a causas naturales, lo que ha provocado un aumento en la temperatura, por la alteración de la distribución de las precipitaciones provocando sequías, así como el incremento del efecto invernadero (GEI), principalmente el dióxido de carbono (CO₂), producido por las actividades humanas, consumo de combustibles fósiles, deforestación y cambio de uso del suelo (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC], 2013; Fernández, 2011; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2011)

Las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales capturan grandes cantidades de carbono atmosférico (Forero et al., 2018). El almacenamiento de carbono se refiere a la capacidad del bosque para mantener una determinada cantidad promedio de carbono por hectárea, que será liberado gradualmente a la atmósfera en un tiempo determinado (Pérez et al., 2015). Sin embargo de acuerdo a Pocomucha y Alegre (2018) la inclusión de árboles en las parcelas agroforestales no están valorándose adecuadamente en función del potencial de carbono almacenado, sino para otros beneficios adicionales como la mejora de ingresos económicos y el nivel de vida familiar. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento dasométrico y la capacidad de captura de carbono arbóreo de *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L, con diferentes manejos agronómicos en la Amazonía Norte del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, situado a una altitud de 250 msnm., 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⁻¹ (3 x 3 m) en arreglos agroforestales con la leguminosa *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook a una distancia de 6 x 6 m. Los manejos agronómicos fueron: alto convencional (AC), medio convencional (MC), orgánico intensivo (OI) y bajo orgánico (BO).

Se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) en franjas para los tratamientos que correspondían a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos, con tres repeticiones. Se evaluaron ocho árboles de *Erythrina*, donde se registró las variables altura de planta utilizando un medidor telescópico de altura marca Sokkia y a partir del tercer año de establecido el ensayo la altura se registró con el equipo TruPulse™ 200 y el diámetro de altura al pecho (DAP), se midió utilizando una cinta diamétrica en tela Forestry Suppliers, Inc. Los datos se tomaron cada seis meses posteriores. Para el cálculo de biomasa, carbono (C) y captura de carbono (CO₂) se utilizaron las ecuaciones de acuerdo a Jumbo et al. (2018) y Torres (2016). Para encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos y la comparación entre las medias de tratamientos se utilizaron el ADEVA del DBCA y la prueba Tukey $\alpha= 0.05$, respectivamente (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al ADEVA no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para todas las variables de respuestas evaluadas al término del tercer año. En la Tabla 1 se presentan las medidas de tendencia central y dispersión, para las variables dasométricas altura de planta y diámetro de altura al pecho (DAP), así como la capacidad de almacenamiento del carbono arbóreo del sistema agroforestal *Erythrina* con cacao en diferentes manejos agronómicos. La mayor altura alcanzada a los 36 meses fue de 8.41 m para los árboles de *Erythrina* en el manejo BO, mientras que el valor más bajo fue para AC con 7.58 m, además entre los intervalos de evaluación de esta variable se observó un incremento sostenido en los cuatro manejos agronómicos (Figura 1). En relación al DAP el valor más alto se registró en el manejo MC (14.87 cm) con respecto al manejo AC, que reportó el valor más bajo (13.63 cm), lo que concuerda con estudios realizados en Centro y Sur América con la especie de *Erythrina*, donde reportan la especie más usada como sombra en los cultivos de café y cacao; por lo que, se puede observar que en éstos sistemas hay una mejora de la fertilidad del suelo, siendo uno de sus principales atributos la fijación de nitrógeno, producción de abono verde y cobertura vegetal muerta (Farfán et al., 2016).

Tabla 1. Variables dasométricas y capacidad de almacenamiento de carbono de *Erythrina* en sistemas agroforestales con cacao y cuatro manejos agronómicos en el cantón La Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador, 2016-2019.

Manejos agronómicos	Altura (m) $\pm \sigma^\dagger$	DAP (cm) $\pm \sigma^\dagger$	C (t ha ⁻¹)	CO ₂ (t ha ⁻¹)
Alto convencional	7.58 \pm 1.88 ^a	13.63 \pm 2.94 ^a	10.95 ^a	40.17 ^a
Bajo orgánico	8.41\pm0.13^a	14.21 \pm 0.66 ^a	10.85 ^a	39.83 ^a
Medio convencional	8.03 \pm 2.10 ^a	14.87\pm4.0^a	11.72 ^a	43.01 ^a
Orgánico intensivo	8.09 \pm 2.07 ^a	14.16 \pm 5.10 ^a	12.91^a	47.40^a

Letras diferentes entre promedios son significativamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$).

[†] σ : Desviación estándar

El mayor contenido de carbono (12,91 t ha⁻¹) y captura de dióxido de carbono (47.40 t ha⁻¹) se obtuvo en el manejo OI. De acuerdo a Soto y Jiménez (2018) los sistemas agroforestales contienen, mantienen e incrementan los sumideros de carbono, sin embargo se observan limitaciones desde la perspectiva de los productores en el campo de los beneficios económicos; estas ventajas y desventajas son elementos importantes a

ser tomados en cuenta, en el diseño de sistemas resilientes al cambio climático, así como para programas de servicios ecosistémicos.

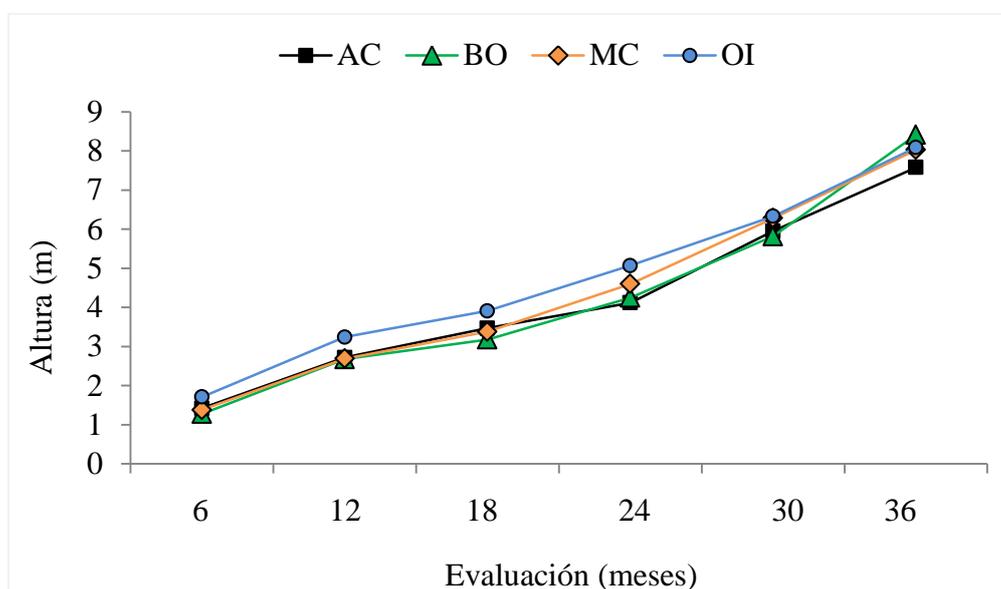


Figura 1. Altura de plantas de *Erythrina* en sistemas agroforestales con cacao y cuatro manejos agronómico en el cantón La Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador. 2016-2019.

CONCLUSIONES

La mayor altura de árboles de *Erythrina* se registró en el manejo BO a los 36 meses de evaluación, sin embargo, el DAP con el valor más alto se registró en el manejo MC, por lo que preliminarmente los manejos agronómicos bajo orgánico y medio convencional influyen sobre las características dasométricas de la *Erythrina*. Los hallazgos demuestran que sin distinción del manejo agronómico recibido por parte del cultivo asociado, el sistemas agroforestal *Erythrina poeppigiana* + *Theobroma cacao* es una de las alternativas agroecológicas, que permitiría a los pequeños productores, acceder a varios servicios ambientales bajo este tipo de manejo y uso del suelo a mediano y largo plazo en los agroecosistemas amazónicos del Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, A., Casanoves, F., Balzarini, G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, W. (2017). InfoStat versión 2017. Recuperado 14 de mayo de 2019, de <http://www.infostat.com.ar>
- Farfán, F., Baute, E., Menza, D. y Sánchez, M. (2016). *Erythrina sp para sistemas agroforestales con café*. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/702>
- Forero, P., Santos, N., Castañeda, J. y Madrigal, A. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-

- Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 121–134.
- Fernández, G. (2011). El cambio climático: Los Aspectos Científicos y Económicos más Relevantes. *Nómadas*, 32(4), p. 1-28.
- 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.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2010. Anuario Meteorológico. Nro. 50. Dirección de Gestión Meteorológica Procesamiento y Edición: SIGIHM, Quito, EC. 139 p.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC]. (2013). Bases físicas. Ginebra, Suiza: Panel Intergubernamental de Cambio Climático.
- Jumbo, C., Arévalo, C., y Ramirez-Cando, L. (2018). Medición de carbono del estrato arbóreo del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza, Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 51-63. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.04>
- Padilla, W. (1979). *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/432>
- Pérez, E. et al., (2015). Potencial de plantación y fijación de carbono, Tomo II. MAGFOR-PROFOR. pp. 15-18.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2011). Pnuma Anuario 2010 Avances y Progresos científicos en nuestro cambiante medio ambiente. Nairobi, Kenya: United Nations Pubns
- Pocomucha, V. y Alegre, J. (2018). La interacción de carbono almacenado en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Huánuco, Perú. *RevIA*, 3(1).
- Soto-Pinto, L., & Jiménez-Ferrer, G. (2018). Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y bosques*, 24(SPE). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401887>
- Torres, V. (2016). *Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía Ecuatoriana* (tesis de posgrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

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., ... Noponen, 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>

Área temática: Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Agroecología.

Sostenibilidad en el Territorio Ancestral Waorani: Caso Producción de Cacao

Marco G Heredia^{1,2,3}, Jhenny M Cayambe⁴, Lesly E Noguera¹, Alexandra R Torres^{2,5},
Deniz E Barreto¹, Yarina S Andi¹, Bolier S Torres^{1,2}, Carlos A Bravo^{5,6},
Reinaldo D Alemán^{5,7}

¹ Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

² Programa de Investigación de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador

³ Programa en Tecnologías Agroambientales para una Agricultura Sostenible, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Agsystems, CEIGRAM, itdUPM, Universidad Politécnica de Madrid, España.

⁴ Ingeniería Agronómica, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador.

⁵ Ingeniería Agropecuaria, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

⁶ Dirección de Vinculación, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

⁷ Dirección de Investigación, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

E-mail: mheredia@uea.edu.ec

Palabras clave: reserva de biósfera, sistema holístico, Waorani

INTRODUCCIÓN

La Reserva de Biosfera Yasuní tiene una superficie de 2.7 millones de ha, se superponen delimitaciones como el Parque Nacional Yasuní, Zona Intangible Tagaeri Taromenane y Territorio Ancestral Waorani, está localizado en el sector centro oriental de la región amazónica ecuatoriana. Los Waoranis constituyen un pueblo originario sobre el cual se tiene una mayor aproximación, en razón que, algunas personas de esta nacionalidad mantienen contacto con la sociedad hegemónica, a partir de los primeros enfrentamientos con no indígenas y luego del proceso de evangelización al que fueron forzados y sometidos. No obstante, pese a este contacto, gran parte de los waoranis mantienen clara su cosmoconciencia, en el sentido de no aceptar y ajustarse a las visiones extractivas y civilizatorias dadas por parte de los entes de gobierno. Además, cabe señalar que no todo los waoranis han sido contactados (Cajamarca et al., 2019). De una cultura de recolección, caza y agricultura itinerante su forma de vida se ha transformado a una agricultura permanente con sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en asociación con otras especies. Por lo mencionado se planteó el objetivo: Evaluar la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo las dimensiones de Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio fue la Comunidad de Gareno de nacionalidad Waorani, ubicada en el Territorio Ancestral Waorani – Reserva de Biosfera Yasuní, Gareno se compone de aproximadamente de 16 hogares, por un total de 93 personas, y fue fundada aproximadamente en el año 2002. Se localiza en el ecosistema Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray (BsTa02) (Guevara et al., 2013).

Método: Se utilizó la herramienta SAFA (Evaluación de la sostenibilidad para la alimentación y la agricultura) generada por la FAO (Scialabba, 2015). SAFA Smallholders App es un producto simplificado que permite la evaluación de la sostenibilidad utilizando teléfonos inteligentes y/u otros dispositivos. El cuestionario de la aplicación móvil SAFA se aplicó en 10 sistemas de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de superficie promedio 0.5 ha a los jefes de la familia. La entrevista tuvo una duración de 1 hora y 30 minutos por cada persona aproximadamente. La selección de los sistemas de cultivo, se realizó de manera sistemática en función a sus similitudes agroambientales y sociales. La evaluación incluyó criterios cualitativos bajo umbrales: a) Inaceptable (0 – 1.4); b) Limitado (1.5 – 2.4) y 4) Bueno (2.5 – 3), valorizados en un rango cualitativo por umbrales zonificados: a) rojo, b) amarillo, c) verde, respectivamente. Los valores resultantes se expresaron en polígonos de sostenibilidad donde se reflejaron los 21 temas evaluados (Heredia y Torres, 2019) por dimensión Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social en función de los 44 indicadores aplicados por medio de un cuestionario que contiene 100 preguntas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 10 sistemas de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) evaluados, se presentan los siguientes resultados (Tabla 1), en función del grado de sostenibilidad por dimensión evaluada.

Tabla 1. Valores resultantes de la evaluación de la sostenibilidad en sistemas de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Comunidad Waorani – Gareno.

		Sistemas de Cultivo de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L)										
Dim	Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom
Buena Gobernanza	Valor tradicional Chakra	2.5	2.1	2.3	3.0	2.7	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3
	Responsabilidad social	2.1	1.1	3.0	3.0	2.3	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.7
	Participación familiar	2.1	2.1	1.3	2.1	2.3	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.5
	Tenencia de la tierra	2.1	2.1	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1
	Gestión Holística	1.1	1.1	1.3	2.1	2.3	3.0	1.2	1.1	1.1	1.2	1.6
Integridad Ambiental	Cobertura arbórea	2.1	2.1	1.3	2.1	2.3	2.0	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0
	Disponibilidad de Agua	2.1	2.1	2.1	2.1	2.3	3.0	3.0	3.0	2.1	2.4	2.4
	Calidad del suelo	2.1	2.1	2.1	2.1	1.1	2.0	1.2	1.1	1.2	2.1	1.7
	Biodiversidad	2.1	2.1	2.1	3.0	2.3	3.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3
	Materiales y Energía	2.1	2.1	2.1	2.0	3.0	3.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.3
Resiliencia Económica	Bienestar de los Animales	3.0	3.0	0.0	2.1	1.1	2.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
	Inversión	0.9	2.2	3.0	3.0	3.0	3.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.4
	Vulnerabilidad	2.0	1.1	2.1	2.1	3.0	2.0	1.1	1.1	2.2	1.2	1.8
	Información del Producto	0.9	1.1	2.1	2.1	2.3	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9
Bienestar Social	Medio de Vida Digno	2.0	2.1	2.1	2.1	3.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
	Ingresos netos	1.0	2.1	0.9	1.1	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.1
	Acceso a mercado	1.3	2.0	0.8	1.2	1.3	0.9	1.4	1.0	1.5	1.9	1.3
	Derecho Laborales	2.1	2.3	2.7	2.2	1.8	2.3	2.9	2.2	2.4	0.9	2.2
	Equidad	1.2	1.9	1.2	0.9	1.3	0.9	0.8	1.3	1.2	0.8	1.2
	Seguridad y Salud Humana	2.0	2.1	1.9	1.9	2.4	2.2	1.5	2.0	2.3	2.2	2.1
	Intercambio Cultural	1.9	0.9	0.7	0.6	1.8	1.9	1.5	1.7	0.9	1.7	1.4

Dim: Dimensión; Prom: Promedio

Dimensión Buena Gobernanza (BG): La dinámica del grado de sostenibilidad en la dimensión BG se evidencia que ningún tema evaluado se localiza en el umbral

Inaceptable y Bueno; los temas Valor tradicional de la chakra, Responsabilidad Social, Participación familiar, Tenencia de Tierras, Gestión Holística se localizan en el umbral Limitado 2.3, 1.7, 1.5, 2.1, 1.6, respectivamente. (Figura. 1A).

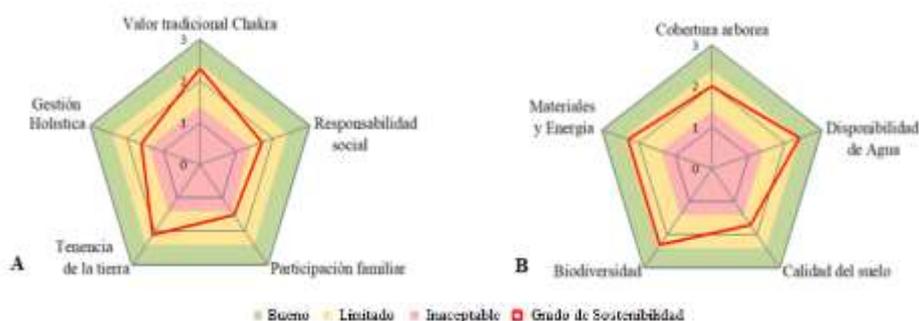


Figura. 1. Grado de sostenibilidad por dimensiones: A) Buena Gobernanza y B) Integridad Ambiental

Dimensión Integridad Ambiental (IA): En la Figura. 1B el tema Disponibilidad de Agua (2.4) se localiza en el umbral Bueno; los temas con una puntuación de mayor a menor dentro del umbral Limitado son: Biodiversidad y Materiales y Energía (2.3), la Cobertura arborea (2.0), Calidad del Suelo (1.7).

Dimensión Resiliencia Económica (RE): El tema Inversión (2.4) se localiza en el umbral Bueno, los temas Bienestar de los Animales, Vulnerabilidad e Información del Producto se encuentran en el umbral Limitado con las valorizaciones de (1.6), (1.8), (1.9); respectivamente (Figura. 2 C).

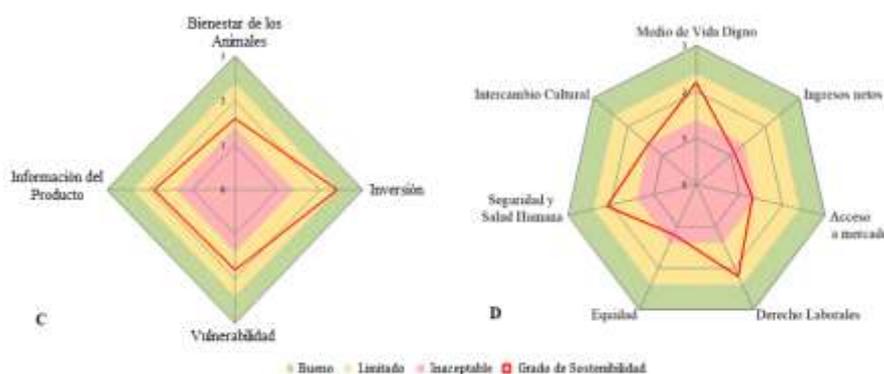


Figura. 2. Grado de sostenibilidad por dimensiones: C) Resiliencia Económica y D) Bienestar Social

Dimensión Bienestar Social (BS): De los siete temas evaluados (Figura. 2D); tres se localizan en el umbral de Inaceptable: Acceso a Mercado (1.3); Equidad (1.2); Ingresos Netos (1.1) y los restantes en el umbral Limitado: Medios de Vida Digno y Derechos Laborales (2.2), Seguridad y Salud Humana (2.1) e Intercambio Cultural (1.4). Es importante recalcar que la sostenibilidad no solo depende de dimensiones técnicas y ambientales sino también de socioculturales, económicos y políticos (Bravo-Medina, 2017).

CONCLUSIONES

La evaluación de la sostenibilidad permite visualizar la dinámica holística de los sistemas de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.); se identificó que ninguno de los temas evaluados es bueno acorde a las dimensiones Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social.

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M., Torres, B., Navarrete-Alvarado, H., y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36.
- Cajamarca C, Paredes G, Cabrera E, Díaz, G, y Ivonne, N. (2019). La sostenibilidad del Parque Nacional Yasuní, un derecho privado del estado ecuatoriano al pueblo Waorani por la actividad petrolera. *Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Heredia, M y Torres, B. (2019). El conocimiento y la realidad de los agricultores en las aulas. Pp. 23-28, En: Vélez, P., Yaguana, Y. (Eds.) 2019. Nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Libro de memorias. I Simposio de Pensamiento Contemporáneo Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. 137pp.
- Doughty, C., Lu, F., & Sorensen, M. (2010). Crude, cash and culture change: The Huaorani of Amazonian Ecuador.
- Guevara J, Pitman N, Mogollón H, Cerón C, Palacios W. (2013). In: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. p 178-181.
- Scialabba, N. (2015). Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems Smallholders App User Manual version 2.0.0 (for android 4.0 and higher).

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 Jiménez¹, Wilmer H Ponce¹, Iván Samaniego¹, Gladys A Rodríguez¹, Betty J Rivadeneira¹

¹Instituto 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 (CO₂) y metano (CH₄), 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, empaclado) 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 (CH₃OH)

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
Total	1 045.00	111.00	79.00	69.50	15.63	50.45	12.30	3.17
Promedio	348.33	37.00	26.33	23.17	5.21	25.23	4.10	1.06
DS	23.86	9.64	9.07	9.55	2.03	17.75	1.51	0.70
C.V. (%)	6.85	26.06	34.46	41.23	38.99	70.38	36.83	66.45
Valor (%)	41.65	26.60	73.70	87.00	22.63	72.75	79.00	21.00

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/cm³, se enmarca dentro de los límites permitidos por las Normas internacionales; DIN/ISO 3 675 y la viscosidad cinemática con un promedio 5.66 mm²/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 Manganeso 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 Manganeso.

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

Evaluación del Efecto de Tres Procesos de Beneficiado Sobre la Calidad Física del Cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivado en la Zona Norte de la Amazonía Ecuatoriana

Remigio A. Burbano¹, Lenny G. Valverde¹

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.
E-mail: remigio.burbano@iniap.gob.ec

Palabras clave: cacao, fermentación, calidad

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador constituye uno de los rubros de alto interés en la economía del país, en el 2018 ocupó un lugar importante dentro las exportaciones no petroleras (Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador, 2018). Además, posee características organolépticas únicas especiales que permite diferenciar su calidad a escala mundial, sin embargo, un inadecuado proceso poscosecha, hace que afecten estas cualidades.

El proceso de fermentación es la etapa clave dentro de la cadena de valor, operación que involucra una serie de reacciones bioquímicas que conducen a la modificación de su composición química permitiendo la formación de los precursores del aroma y sabor de la almendra de cacao (Gutiérrez, 2012). Entre los cambios bioquímicos que se producen es el cambio de color, de violeta a marrón a partir de los compuestos fenólicos, lo cual, constituye un indicativo de la fermentación del grano de cacao. Los métodos de fermentación varían entre localidades, los más conocidos son: en sacos de yute, cajones de madera y en montón, con tiempos que van de dos a cuatro días (Rivera et al., 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del cacao fermentado mediante tres métodos, en cajas Rohan, sacos de polipropileno y semiautomatizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron 6 fincas de productores de cacao Nacional de las provincias de Sucumbíos y Orellana; en las 3 fincas se tomaron muestras para fermentar en las cajas Rohan y de las restantes se tomaron muestras de almendras fermentadas en sacos de polipropileno de acuerdo al procedimiento de los productores. El beneficio semiautomatizado consistió en fermentar el cacao en gavetas plásticas durante 96 horas; a las 36 horas se hizo un pre lavado del mucílago y luego se pre secó la almendra, posteriormente se sometió a la fermentación acética, por último, el secado fue en marquesinas utilizando aire caliente forzado generado por equipos a combustible, todo el proceso se llevó a cabo en la empresa CacaoExport utilizando cacao Nacional de los ensayos de investigación de la Estación Experimental Central de la Amazonía. Para todos los eventos el tiempo de fermentación fue de 4 días. Las muestras secas al 7 % se sometieron a análisis físicos como: el porcentaje de fermentación mediante la técnica de la prueba de corte, utilizando una guillotina (Marca: Magra 12, Modelo: Tesserba, B-Matthaei), índice de almendra y granos pizarrosos de acuerdo a la metodología de Jimenez et al. (2011). La variable de pH del cotiledón fue evaluada de acuerdo al método usado por Afoakwa (2015), al finalizar la etapa del beneficiado.

Para el estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones, donde el tipo de fermentación (TF) representó el factor a evaluar. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey en el programa estadístico InfoStat versión 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de fermentación, se observa que existen diferencias estadísticas significativas para los tipos de fermentación (TF) en sacos, cajas tipo Rohan y el semiautomatizado, logrando valores del 51.93 y 81 % respectivamente, con cuatro días de fermentación. Estos resultados, a excepción de los sacos, se encuentran por encima de los parámetros mínimos de fermentación fijados en la NTE INEN 176 ((Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEN], 2018), que establece que para que sea considerado un cacao Arriba Superior Summer Selecto (A.S.S.S) debe tener mayor al 75 % de granos fermentados. Resultados que concuerdan con Rivera et al. (2012), que obtuvieron mayor porcentaje de fermentación en cajas de madera comparados con sacos de yute a los cinco días de fermentación.

En el índice de almendra de cacao, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tres procesos de fermentación, obteniendo valores de 1.27, 1.48 y 1.63 para el proceso semiautomatizado, cajas Rohan y sacos de polipropileno, respectivamente; encontrando que los tipo de fermentación utilizado no influyen en el peso de las almendras, siendo otros los factores de influencia, incluido el clon de cacao (Chang et al., 2014).

No se encontraron granos pizarrosos en la fermentación en el sistema semiautomatizado, mientras que, con el proceso en sacos de polipropileno, mostró altos niveles con el 20.33 %. La norma INEN 176 admite como máximo un 18 %, en la categoría ASE, por lo tanto, este parámetro estaría fuera de la norma. Los granos pizarrosos se atribuyen a muchos factores como el estado de madurez de la mazorca (Ortiz de Bertorelli et al., 2009), deficiente fermentación y la falta de volteos de la masa durante el proceso, entre otros (Rodríguez, 2006). Los granos desmejoran la calidad de la almendra, la industria chocolatera asocia con sabores desagradables (Rivera et al., 2012).

En el pH del grano de cacao, fueron claras las diferencias entre la fermentación en sacos, con la fermentación en cajas Rohan y semiautomatizado, con valores de 4.38, 5.63 y 5.96 respectivamente, similares a los trabajos de Romero (2016), quién obtuvo la misma tendencia para este parámetro en los cotiledones, es decir un valor de pH menor con fermentación en sacos (pH 5.07) que en cajas de madera (pH 5.42). De acuerdo a Rohan (1960), con un pH menor de 5.00 es indicio de una fermentación defectuosa.

CONCLUSIONES

La calidad física del cacao fermentado con los métodos de cajas Rohan y semiautomatizado se encuentran dentro de las Normas de control interno, norma Técnica INEN 176, con niveles de fermentación 93 y 81 %, respectivamente, algo que no sucedió con sacos ya que solo logró el 51 % y una notable presencia de granos pizarrosos con el 20.33%. El índice de almendras no mostró variación de los datos con

los métodos de fermentación, los valores obtenidos se enmarcaron dentro de la norma INEN 176. Los resultados del pH, muestran los efectos del beneficiado, siendo los procesos en cajas y semiautomatizado adecuados, con valores arriba de 5; inferiores a este muestran deficiencia en la fermentación del cacao.

BIBLIOGRAFÍA

- Afoakwa, E. O. (2015). Changes in Biochemical and Physico-chemical Qualities during Drying of Pulp Preconditioned and Fermented Cocoa (*Theobroma cacao*) Beans. *Journal of Nutritional Health & Food Science*, 2(3). <https://doi.org/10.15226/jnhfs.2014.00121>
- Chang, J. V., Torres, C. V., Moran, D. P., Rodríguez, W. M., Véliz, J. M., y Remache, R. R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. 7(2), 21–34.
- Gutiérrez, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 914–918.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEN]. (2018). Granos De Cacao. Requisitos. 8. Quinta revisión Disponible en: http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf
- Jiménez, J., Amores, F., Nicklin, C., Rodríguez, D., Zambrano, F., Bolaños, M., Reynel, V., Dueñas, A., y Cedeño, P. (2011). Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. Boletín técnico N°140. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador. (2018). Informe Mensual de Comercio Exterior. Dirección de Estudios Económicos y Comerciales, 72. <https://doi.org/10.1080/13598660802232605>
- Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L. y Gervaise. L. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agron. Trop.* 59(2),119-127.
- Rivera, D., Barrera, E., Guzmán, M., Medina, N., Casanova, M., Peña, M. y Nivelá, E. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7–12.
- Rohan, T. (1960). El Beneficiado del Cacao. Boletín de trabajo N° oficial 5, Roma Italia, Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), p. 1 25.
- Rodríguez, N. (2006). Beneficio del cacao. Facultad de agronomía de U. C. V. Departamento e Instituto de Agronomía. VE. p. 25-27.

Área temática: Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Suelos.

Dinámica Nutricional en Interacciones NPK Relacionada a Características Morfológicas y Fisiológicas en Cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon CCN 51

Rebeca X Herrera¹, Johnny F Granja¹

¹Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconi, Loja, Ecuador.

E-mail: rbkherrera1995@gmail.com

Palabras claves: Fósforo, Nitrógeno, Nutrición, Potasio.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe una demanda creciente de cacao que asciende a un 2.5 % anual, estimándose un déficit de 150 000 t para el año 2020 (Jerez, 2017). En Ecuador, en el año 2017 se produjeron 293 487 t con rendimiento de 440 kg ha⁻¹ y 520 kg ha⁻¹ para CCN 51 (MAG, 2018), la provincia de Zamora Chinchipe cuenta con 898 ha de superficie plantada, con un rendimiento de 16.14 kg ha⁻¹ aportando con el 0.08 % a la producción nacional (Loayza y Zabala, 2018). La investigación primaria en cacao se realizó hace 40 años atrás, sin embargo, las condiciones en las cuales se desarrollaron no son claras generando diversidad de resultados y baja comprensión de la especie y, pese a que existen muchos estudios de fertilización a base de NPK muy pocos evalúan los efectos individuales y sus interacciones de acuerdo a Vliet et al. (2015). La presente investigación tuvo como objetivos: Analizar la interacción de la fertilización con NPK en el crecimiento de estructuras vegetativas y reproductivas y su relación con la distribución de contenidos nutricionales de brotes y frutos de cacao, así como también, describir el efecto de la fertilización con NPK en las propiedades químicas del suelo del cultivo de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se ejecutó en el barrio Piuntza, provincia de Zamora Chinchipe, durante cinco meses (nov. 2018 a mar. 2019) sobre un cultivo de cacao de 5 años de la variedad CCN 51. Se seleccionó 40 árboles homogenizados en: número de ramas, altura de planta y estado fenológico. Bajo un DCA con arreglo trifactorial (N, P y K) con 8 tratamientos y 5 repeticiones, siendo: Testigo, N, P, K, NP, NK, PK y NPK. Se realizó un análisis de suelo inicial para valorar las condiciones de suelo y realizar la fertilización necesaria. Al presentarse un pH de 4.7 en el suelo se encaló a razón de 1 kg ha⁻¹ y estableció una dosis 76, 51 y 68 unidades para N, P y K, respectivamente determinada por el análisis de suelos y producción del cultivo y se aplicó en fracciones mensuales. A nivel morfológico se midió: longitud de brote, número de metámeros, área foliar, longitud del fruto, peso del fruto y tasa de crecimiento absoluta y relativa del brote y fruto a nivel fisiológico se realizaron análisis bromatológicos para frutos y brote; además se evaluó los contenidos de macro nutrientes y fluctuación del pH en el suelo. Se realizaron análisis de varianza y correlaciones para todas las variables evaluadas, también análisis de regresión para: tamaño de hoja-área foliar y tamaño de fruto-peso del fruto. Además, pruebas de comparación múltiples con test DGC con el 5 % de significancia en el software estadístico Infostat 2012 versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud del brote durante la evaluación no expresó diferencias estadísticamente significativas. El mayor número de metámeros por brote a los 115 días de iniciada la fertilización (DIF) se obtuvo sin la aplicación de fósforo con una media de 9.3, lo cual concuerda con Appiah et al. (2000) las aplicaciones de fósforo en estado productivo son mejor asimiladas por los frutos que por la parte vegetativa. El área foliar se determinó a los 115 DIF con la ecuación: $1.9944x^{2.0698}$ con un R^2 de 0.98; obteniendo la mayor área foliar sin la aplicación de nitrógeno con 8 630.61 cm² acorde a lo reportado por Appiah et al. (2000) en algunos experimentos realizados en Ghana, el cacao adulto no mostró ninguna respuesta frente al nitrógeno. La tasa de crecimiento absoluta (TCA) del brote a 60 y 85 DIF se incrementó sin la aplicación de fósforo con 0.1293 y 0.1673 cm. día⁻¹ y la mayor tasa de crecimiento relativa (TCR) a 85 DIF se alcanzó con aplicación de NPK y nitrógeno con 0.0877 y 0.0725 mm. cm⁻¹. día⁻¹ y, a los 115 DIF con la aplicación nitrógeno con 0.1150 mm. cm⁻¹. día⁻¹. La mayor longitud y peso de fruto a 85 DIF en el estadio 72 se alcanzó con aplicaciones de potasio y fósforo con un promedio de 13.55 y 13.29 cm 109.39 y 103.94 g, cabe recalcar que el peso del fruto fue estimado con la ecuación: $0.0338x^{3.0458}$ con un R^2 de 0.98. Acorde a Almeida y Valle (2007), el potasio es conocido como el elemento de calidad y contribuye en el aumento de tamaño de frutos; así mismo, coincide con Snoeck et al. (2010) que indican, la fertilización con fósforo aumenta el crecimiento y el rendimiento del cacao en casi todos los suelos de las regiones productoras.

En los contenidos bromatológicos en el brote a 115 DIF, aplicaciones de fósforo expresaron la mayor materia seca parcial con 42.65 % lo cual concuerda con Gockowski et al (2013) quienes informaron que el fósforo mejora la producción de biomasa en el cultivo de cacao. El mayor porcentaje de cenizas, se alcanzó sin la de nitrógeno con 11.45 % lo que coincide con Furcal (2017) quien manifestó que el aumento de la dosis de fertilización nitrogenada puede disminuir significativamente la eficiencia de uso, absorción y utilización del nitrógeno. Los análisis bromatológicos en frutos se realizaron en el estadio 72 y 76 cuando el fruto tuvo el 20 y 50 % de su tamaño final (Bridgemohan et al., 2016), en el cual la cáscara representa del 80 al 60 % (Vriesmann et al., 2011). El mayor porcentaje de grasa en fruto a los 85 DIF se obtuvo con aplicaciones de nitrógeno y fósforo con 1.19 y 1.04 % respectivamente y a los 115 días con aplicaciones conjuntas de los dos con 2.89 % por encima de los reportado por Vriesmann et al. (2011) que indica que el contenido de grasa en cáscara de cacao va de 1.5 %. Así mismos, los contenidos de cenizas a 85 DIF sin aplicaciones de fósforo con 9.23 %, este valor supera a los reportados por Vera et al. (2014) que indican, que el contenido de cenizas en cacao es de 6.70 % y de 2.79 % para el clon CCN 51. Esto puede deberse a la fertilización suplementada al cultivo y al estadio del fruto en el que fue tomado.

Los contenidos de macro elementos en el suelo fueron evaluados a los 115 DIF, el nitrógeno (N) en el suelo no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos acorde con Bertsch (2005) y van Vliet et al. (2015) quienes informaron que las concentraciones de nitrógeno en el suelo pueden fluctuar rápidamente, lo que dificulta la derivación de una prueba de suelo para indicar la deficiencia o variaciones de nitrógeno. El mayor contenido de fósforo en el suelo, se alcanzó con la aplicación de fósforo con 341.58 ppm acorde con Jadin y Snoeck (1985) y Sattari et al. (2012) los niveles de fósforo en el suelo cacaoteros aumentan con la aplicación de dicho elemento.

El mayor contenido de potasio en el suelo, se logró sin aplicaciones de nitrógeno con 0.74 ppm y así mismo, con la aplicación de potasio con 0.97 ppm acorde con Hartemink y Donald (2005) y Puentes et al. (2014) las plantaciones adultas de cacao grandes concentraciones de potasio en el suelo conducen a una absorción mayor del mismo y aplicaciones de nitrógeno afectan la absorción de potasio. El calcio y Magnesio en el suelo alcanzaron los mayores valores de 5.62 y 1.53 ppm sin aplicaciones de nitrógeno y fósforo.

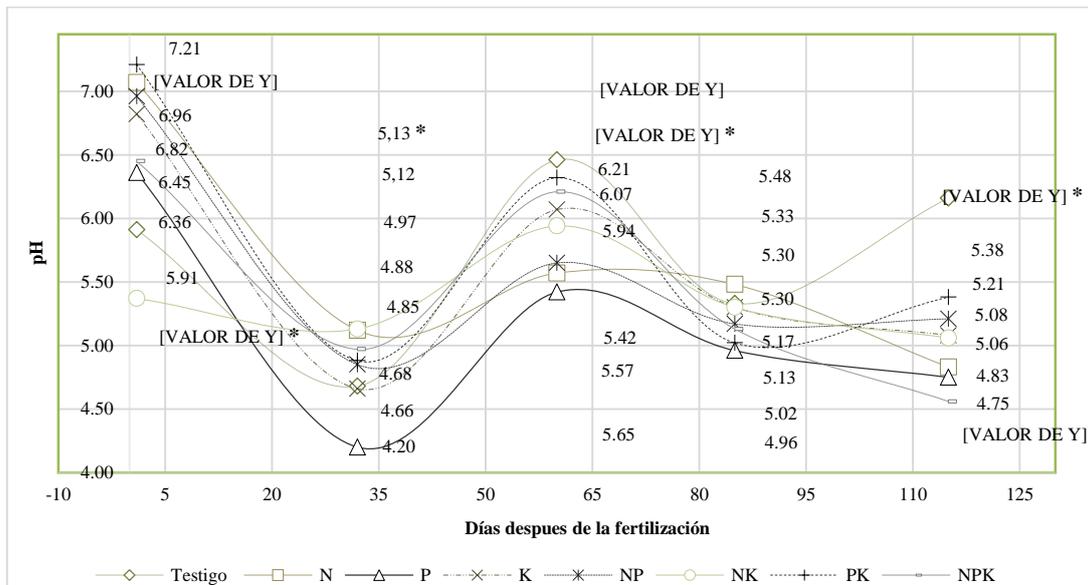


Figura 1. Fluctuación de pH en el suelo con fertilización NPK en cultivo de cacao clon CCN 51.
* Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Aplicaciones de nitrógeno al inicio de la fertilización post encalado y a los 32 DIF expresaron los mayores pH de 7.2 y 5.02 lo que concuerda en parte con Orgulade et al (2009) quienes indican que el encalado del suelo en el cultivo de cacao tiende a favorecer los niveles de nitrógeno y pH en el suelo. A los 60 DIF se consiguió con la aplicación conjunta de fósforo y potasio con 6.26 y a los 115 DIF, el mayor valor de pH se obtuvo sin la aplicación de fertilizantes (testigo) y los menores valores con la aplicación de cualquiera de los fertilizantes y sus interacciones, lo que concuerda con Murell (2013) quienes indican que el uso excesivo de fertilizantes contribuye a las alteraciones y bajos niveles de pH. Barroso et al (2017) expresaron que el proceso de acidificación del suelo tiene una tendencia natural en regiones tropicales, este se origina por el material parental ácido, por excesiva pluviosidad y aplicaciones constantes de fertilizantes.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de nitrógeno en el cultivo de cacao clon CCN 51, disminuyeron el área foliar, porcentaje de cenizas en el fruto, longitud y peso del fruto, afecta los contenidos de potasio, calcio y magnesio en el suelo durante el inicio de esta productiva del cultivo; sin embargo, contribuye a una mayor TCA del brote y a mejorar los parámetros de calidad como el porcentaje de grasa en el fruto. La fertilización con fósforo, incrementó el área foliar, la longitud y peso del fruto y el porcentaje de grasa en el fruto; así también, el contenido de fósforo en el suelo, pero, a nivel vegetativo disminuye el número de metámeros por brote y los contenidos de calcio y magnesio del suelo. El

potasio contribuyó al desarrollo promedio del brote a 32 días de iniciada la fertilización, incrementó de la longitud y peso del fruto y mejoró en los contenidos de potasio, y la disposición de calcio y magnesio en el suelo. En cuanto a las interacciones dobles de NP y PK, la primera favorece un mayor porcentaje de grasas en el fruto, contenidos de fósforo y calcio en el suelo, mientras que la segunda favoreció en el desarrollo del área foliar, contenidos bromatológico del brote y los contenidos de fósforo y potasio en el suelo. La interacción triple NPK contribuyó a una mayor TCR de brote, favoreció los contenidos de calcio y fósforo en el suelo; sin embargo, la fertilización con N, P y K de forma independiente o en interacción incrementan la acidificación del suelo. La interpretación de las interacciones de los elementos NPK son de complejo análisis por lo que se requiere mayor tiempo de investigación con la finalidad de esclarecer y comprender sus implicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, A. & Valle, R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol*, 4(19), 425-448.
- Appiah, M., Ofori, K. & Afrifa, A. (2000). Evaluation of fertilizer application on some peasant cocoa farms in Ghana, *Ghana Journal of Agricultural Science*, 33(1), 183-190.
- Barroso R., Álvarez D., Huera T., Changoluisa D. y Bravo C. (2017). La fertilidad del suelo como un servicio eco sistémico en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la provincia de Napo. En: Libro de memorias: Simposio internacional sobre Manejo sostenible de tierras y seguridad alimentaria. Alemán R., Reyes H., Bravo C. (Eds.). Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica. 99-106.
- Bertsch F. (2005). Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. *Informaciones agronómicas*, 57 (1), 1-11.
- Bridgemohan P., Mohamed M., Mohammed M., Singh K., & Shamir R. (2016). The Application of BBCH Scale for Codification and Illustrations of the Floral Stages of Caribbean Fine Cacao *Theobroma cacao* L. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A(6), 1-10.
- Furcal, B. (2017). Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). San Carlos, Costa Rica. *Agron. Mesoam*, 28(1), 113-129. ISSN 2215-3608.
- Gockowski, J., Afari, V., Sarpong, D., Osei, Y. & Agyeman, N. (2013) Improving the productivity and income of Ghanaian cocoa farmers while maintaining environmental services: what role for certification. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(1), 331-346.
- Hartemink, A. & Donald, L. (2005). Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in cocoa ecosystems: A review. *Advances in Agronomy*, 1(1), 227-253.
- Jadin P., & Snoeck J. (1985) La méthode du diagnostic sol pour calculer les besoins en engrais des cacaoyers. *Café Cacao Thé*, 29(4), 255-272.
- Jerez, A. (2017). El mundo quiere cacao. *Divulgación científica*, 1, 82-85.

- Loayza, F. y Zabala, J. (2018). *Análisis de la cadena productiva del cacao ecuatoriano para el diseño de una política pública que fomente la productividad y la eficiencia de la producción cacaotera periodo 2007-2016*. (tesis de grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. pp. 109.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2018). Boletín Situacional Cacao. consultado 1/02/2019 en: http://sipa.agricultura.gob.ec/biblioteca/boletines_situacionales/2016/bol_etin_situacional_cacao_%202016.pdf.
- Murrell, T. (2003). Transformaciones de los nutrientes en el suelo. *Informaciones agronómicas*, 49, 2-4.
- Ogunlade M., Oluyole K., & Aikpokpodion P. (2009). An Evaluation of the level of fertilizer utilization for cocoa production in Nigeria. *Journal of Human Ecology*, 25(3), 175-178.
- Puentes, Y., Menjivar, J. y Aranzazu, F. (2014). Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agron*, 63(1), 145-152.
- Sattari, S., Bouwman, A, Giller, K. & van Ittersum, M. (2012). Residual soil phosphorus as the missing piece in the global phosphorus crisis puzzle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(1), 6348-6353.
- Snoeck, D., Koko, L., Joffre, J., Bastide, P., & Jagoret, P. (2010) Cacao nutrition and fertilization. Lichtfouse, E. (ed.). *Sustainable Agriculture Reviews*, Springer International Publishing, Suiza, 19(1), 155-202.
- van Vliet, J., Slingerland, M., & Giller, K. (2015). Mineral Nutrition of Cocoa. A Review. Wageningen University and Research Centre, Wageningen. 57 pp. ISBN 978-94-6257-705-3

Respuestas Fisiológicas y Morfológicas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon CCN 51 a la Fertilización con Diferentes Fuentes de Nitrógeno

Melissa A. Romero¹, Johnny F. Granja¹

¹Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconi, Loja, Ecuador.

E-mail: meli.mr915@gmail.com

Palabras clave: Fertilización nitrogenada, *Theobroma cacao* L.

INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de cacao se incrementa en un 2.5 % anual, proyectando un déficit de 150 000 t para el año 2020 (Jerez, 2017). En Ecuador se cultivan 573 833 ha con un rendimiento promedio de 468.54 kg ha⁻¹ (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2018) y en la zona 7 (Loja, El Oro y Zamora Chinchipe) se producen 4 506 t con rendimiento promedio de 288.90 kg ha⁻¹ (ESPAC, 2018). La investigación primaria en cacao data de hace 40 años, sin embargo, muchas de las condiciones en las cuales se desarrollaron estas investigaciones no son claras generando diversidad de resultados y baja comprensión de la especie. Investigaciones donde faltó claridad en la cantidad de nutrientes, las formas comerciales aplicadas, fertilidad inicial del suelo y en las interacciones entre nutrientes (van Vliet et al., 2015). El presente estudio tuvo por objetivo evaluar los efectos de las diferentes fuentes de N sobre el cacao y en que fases fenológicas tales fertilizantes podrían aplicarse, así como también analizar el efecto de estos a nivel foliar y observar la dinámica de movimiento de elementos en hojas, estableciendo un punto de partida para análisis de tejidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

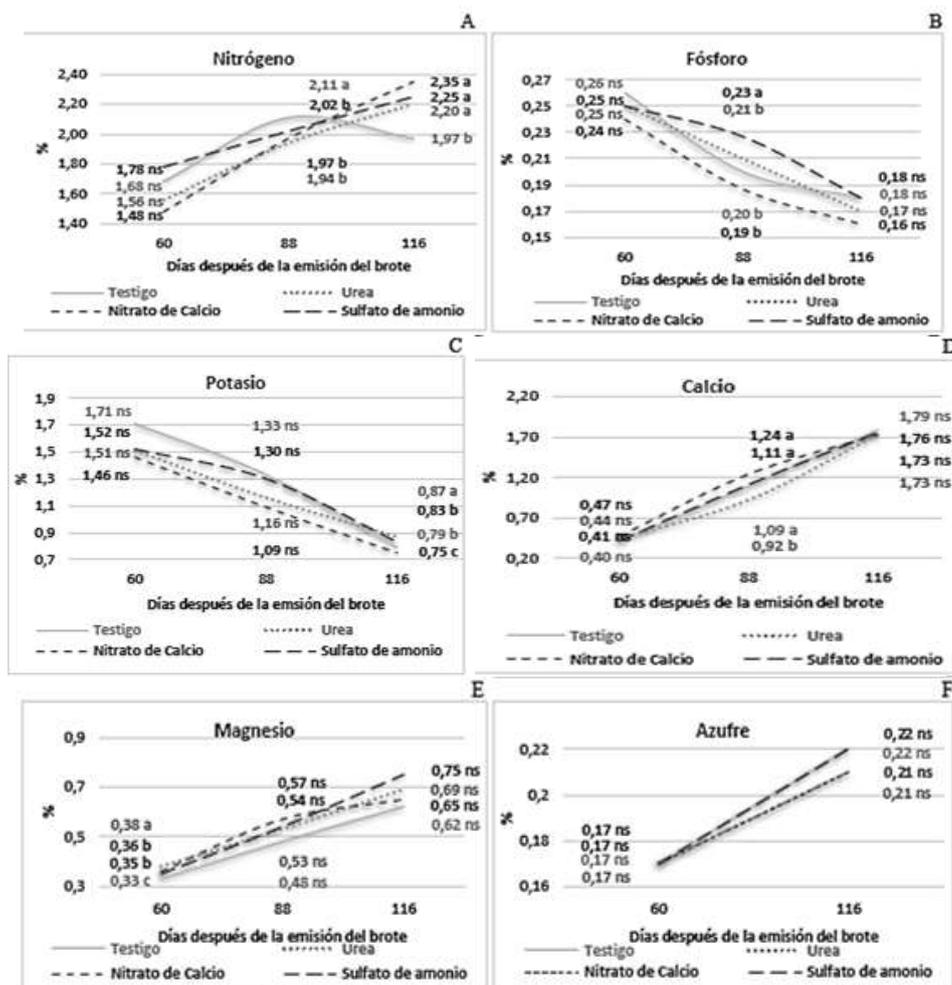
El ensayo de campo duro 5 meses (nov. 2018 a mar. 2019) y se realizó en el sector Piuntza, cantón Zamora, en un huerto de cacao clon CCN 51 en producción de 5 años. Se seleccionó 40 árboles homogenizados en: edad, número de ramas principales, altura de planta y estado fenológico. Bajo un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 10 repeticiones, los tratamientos fueron: T1: testigo, T2: urea, T3: nitrato de calcio y T4: sulfato de amonio. Se realizó un análisis de suelo inicial para valorar la fertilidad y aplicar fertilización base previo a la aplicación de tratamientos. Por el pH de 4.7 del suelo se encalado a razón de 1 kg planta⁻¹ de Ca(OH)₂, también, se estableció una dosis de 76.5 kg ha⁻¹ de N para los tratamientos y se aplicó en fracciones mensuales.

Dentro de las mediciones se realizó: análisis de macronutrientes a nivel foliar, análisis de macronutrientes y pH en el suelo, análisis de materia seca y grasa cruda de la mazorca, y un registro mensual de variables morfológicas. Las variables morfológicas medidas fueron las siguientes: Largo del brote, longitud y número de metámeros, área foliar del brote, longitud de mazorca, peso de mazorca y área de sección transversal del tronco. Se realizó análisis de varianza y correlación para todas las variables evaluadas, también análisis de regresión entre las variables: tamaño de hoja-área foliar y tamaño de fruto-peso del fruto. Además, pruebas de comparación múltiple mediante el Test de DGC al 95 % de confianza. Todos los análisis se desarrollaron con el software Infostat2012 versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de nitrógeno foliar desde los 60 hasta los 116 días después de la emisión del brote presentó concentraciones entre 1.8 y 2.35 %, concentraciones mayores a las que Snoeck et al. (2010) consideran inadecuadas, concentraciones inferiores al 0.6 %. Estas concentraciones indican que al crecer la hoja aumenta el contenido de nitrógeno foliar. Los contenidos de fósforo foliar disminuyeron al crecer las hojas empezando en 0.26 % a los 60 días y terminando en 0.16 % a los 116 días. Los valores no concuerdan con lo reportado por Hosseini et al. (2017) entre 0.10 y 0.15 %. Contenidos mayores al inicio del ensayo cuando la planta se encontraba en plena floración, al requerirse para activar la absorción de magnesio por la planta y participe en la fase de floración (Soria, 2008).

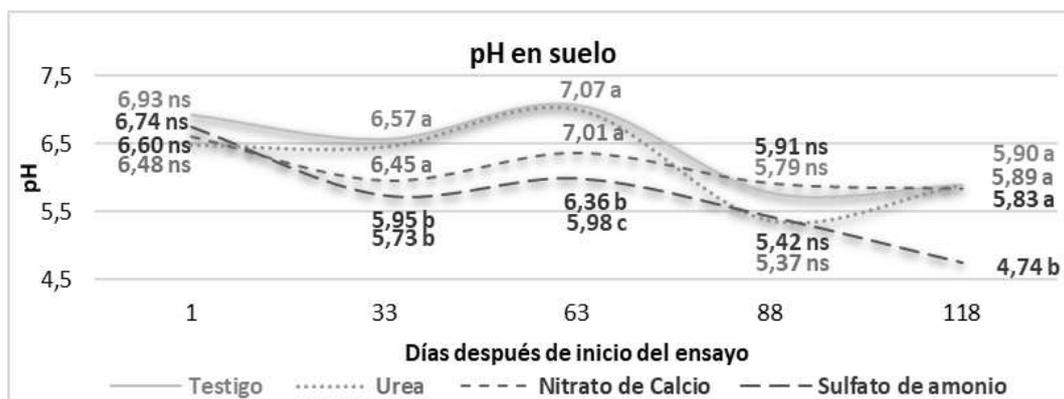
Los porcentajes de potasio fluctuaron de 1.71 a 0.75 a los 60 y 116 días después de la emisión del brote respectivamente, concentraciones inferiores a las reportadas por Hosseini et al. (2017) con un rango entre 1.64 y 1.96 %. El contenido de potasio disminuye al estar la planta en la fase de desarrollo de frutos, por movilizarse a los órganos sumideros (órganos reproductivos). El contenido de calcio foliar se incrementó al crecer la hoja, empezando por 0.40 % a los 60 días y 1.79 % a los 116 días. Valores que a los 116 días están dentro del rango reportado por Hosseini et al. (2017) entre 1.70 y 1.43 %. Contenidos presentados por la deficiencia existente en el suelo reportada en el análisis inicial de suelo.



* Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa < 0.05)
 ns No existe diferencia estadística significativa (p valor > 0.05)

Figura 1. Macronutrientes a nivel foliar en cacao

El pH inicial del suelo fue de 4.7, posterior al encalado con Ca (OH)₂ se incrementó en 0.89 unidades. Al fertilizar con úrea al final del ensayo el pH fue de 5.89, aunque la urea tiene un efecto acidificante, riesgo que disminuyo al poseer el suelo mayor cantidad de arcilla y materia orgánica (Fernández, 1984). Mientras que, el tratamiento con sulfato de amonio al final del ensayo presento un pH de 4.7, por su efecto acidificante, al liberarse por cada mol de sulfato de amonio 4 moles de H⁺ por la nitrificación (Chien y Gearhart, 2001). En el caso del Nitrato de calcio, a los 118 días después de inicio del ensayo se incrementó el pH en 1.13 puntos.



* Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0.05)
 ** No existe diferencia estadística significativa (p valor > 0.05)

Figura 2. Valor del pH del suelo de cacao

Todos los fertilizantes nitrogenados incrementaron la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo en comparación con el Testigo. Las concentraciones de fósforo, con los tratamientos con Nitrato de calcio y Sulfato de amonio tuvieron los mayores valores mientras que el testigo exhibió las menores concentraciones. En consecuencia, de la nitrificación que aumenta la solubilidad de los compuestos de fósforo, tenido mayor efecto las sales de amonio que las de nitrato (Adams, 1980). El tratamiento con Urea presentó las mayores concentraciones de potasio en el suelo, ya que al tener la urea un efecto amoniacal, el amonio puede influir en la absorción y acumulación de potasio por que compite con él para ingresar a la célula (Szczerba et al., 2006).

Tabla 1. Macronutrientes del suelo a los 118 días después de iniciarse el ensayo

Tratamiento	ppm			Meq/100ml		Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	(meq/100ml)/Σbases
	NH ₄	P	K	Ca	Mg				
Testigo	84.33 b	22.67 c	0.12 c	11.03 a	1.48 a	7.88 a	13.10 a	114.2 a	12.63 a
Urea	120.33 a	286.33 b	0.56 a	7.73 a	1.56 a	5.03 a	2.83 b	17.50 b	9.85 a
Nitrato de Calcio	108.50 a	375.67 a	0.41 b	7.20 a	0.85 b	8.30 a	2.25 b	19.11 b	8.46 a
Sulfato de amonio	192.33 a	412.67 a	0.40 b	6.47 a	0.88 b	8.23 a	2.12 b	20.63 b	7.75 a

* Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0.05)

** Letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0.05)

CONCLUSIONES

Hasta el final de la investigación el testigo a nivel foliar y edáfico presentaron menores concentraciones de nitrógeno, de 1.97 % y 84.83 ppm respectivamente, lo cual indica que las fertilizaciones fueron efectivas. La concentración de fósforo y potasio foliar disminuyeron al pasar el tiempo, mientras que, las concentraciones de calcio, magnesio y azufre aumentan con la edad de la hoja. Tanto las fertilizaciones con Urea, Nitrato de calcio y el Testigo fueron disminuyendo moderadamente sus valores de pH en el suelo, pero con las aplicaciones de Sulfato de amonio el pH disminuyó significativamente

hasta un valor de 4.7. La fertilización con Urea incrementó el contenido de potasio, en cambio las aplicaciones de Nitrato de calcio y Sulfato de amonio incrementaron el contenido de fósforo. La ausencia de nitrógeno en el estadio 72 (cuando la mazorca de cacao alcanza el 20% del tamaño final) presentó el mayor contenido de grasa de los tratamientos. En general no se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables morfológicas evaluadas teniendo un p-valor > 0.05, sin embargo, se evidenció una tendencia de incremento en las variables morfológicas con la fertilización nitrogenada.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams F. (1980). Interactions of phosphorus with other elements in soils and in plants. In: Khasawuch F., Sample E., Kamprath E. (eds.). The role of phosphorus in agriculture. Madison: ASA, CSSA, SSSA. 893 p.
- Chien S. y Gearhart M. (2001). Los Fertilizantes Nitrogenados y la Acidificación del Suelo. Reporte de International Fertilizer Development Center. Recuperado en: <<http://www.fertilizando.com/articulos/Los%20Fertilizantes%20Nitrogenados%20y%20la%20Acidificacion%20del%20Suelo.asp>> Consultado el: 02 de diciembre de 2018.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC]. (2018). Tabulados de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2018. Recuperado en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Tabulados%20ESPAC%202018.xlsx Consultado el: 18 de mayo de 2019.
- FAOSTAT. (2017). Producción/Rendimiento de Cacao, en grano en Mundo + (Total) 2017. Recuperado en: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>> Consultado el: 05 de diciembre de 2018.
- Fernández M. (1984). La urea fertilizante nitrogenado. *IPA Lo Platina*, 26, 26-28.
- Hosseini Bai S., Trueman S., Nevenimo T., Hannet G., Bapiwa P., Poienou M., et al. (2017). Effects of shade-tree species and spacing on soil and leaf nutrient concentrations in cocoa plantations at 8 years after establishment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 246(1): 134–143.
- Jerez, A. (2017). El mundo quiere cacao. *Divulgación científica*, 1, 82-85.
- Snoeck, D., Afrifa, A., Ofori, K., Boateng, E., & Abekoe, M. (2010). Mapping fertilizer recommendations for cocoa production in Ghana using soil diagnostic and GIS tools. *West African Journal of Applied Ecology*, 17, 97-107.
- Soria, N. (2008). Nutrición foliar y defensa natural. En: XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador: 1-11.
- Szczerba M., Britto D., & Kronzucker H., (2006). Rapid, futile K⁺ cycling and pool-size dynamics define low-affinity potassium transport in barley. *Plant Physiology*, 14, 1494-1507
- van Vliet J., Slingerland M., Giller K. (2015) Mineral Nutrition of Cocoa. A Review. Wageningen: Wageningen University and Research Centre. 57 p.

Área temática: Manejo Integrado de los Recursos Naturales, Protección Vegetal.

Efecto de Prácticas de Manejo Sobre la Incidencia de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) y Rendimiento en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Jimmy T Pico¹, Nelly J Paredes^{1,2}, Cristian R Subía¹, Christopher Suárez, Carlos E Caicedo¹, Fabián M Fernández¹

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

E-mail: jimmy.pico@iniap.gob.ec

Palabra clave: crecimiento virulento, incidencia, patógeno

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif & Par)] se considera como el mayor problema que causa pérdidas superiores al 60% de la producción, cuyos rendimientos bajos no son rentables (Enríquez, 2004; Brenes, 1983). Según el INEC (2015) reportaron que las medias nacionales de rendimiento de cacao varían de 250 a 289 kg/ha/año los mismos que no alcanzan para cubrir costos de producción y generan pérdidas para los productores. Según Suárez (1993) y Enríquez (2014) esta enfermedad se establece en las plantaciones de cacao al inicio de la floración y en condiciones de alta humedad relativa mayores al 80% y temperaturas de 25 a 28 °C

La Amazonía es un ecosistema frágil porque tiene condiciones agroclimáticas con precipitaciones altas entre 2 500 y 3 000 mm anuales además de temperaturas variables de 25 °C a 35 °C y humedades relativas superiores a la 80%, por otro lado, el tipo de suelo es arcilloso, rojizo y con un nivel freático sobre el 70% (INEC, 2018) estas condiciones hacen que el manejo del virulento patógeno sea complejo y más aún si no se conoce el ciclo del hongo, la epidemiología, la fenología del cultivo y las estrategias de manejo basadas en los tiempos adecuados para aplicar las prácticas de manejo; entre ellas: abonamiento, eliminación de mazorcas enfermas, aplicación de fungicidas cúpricos y cepas del género *Trichoderma*.

Es importante destacar los trabajos de investigación realizados por la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA) del INIAP, donde se han generado tecnologías, que permiten mantener niveles bajos de incidencia de monilia (<10%). El manejo integrado incluye el control biológico con el uso de *Trichoderma* spp.; donde otros estudios han obtenido resultados exitosos (Evans, 1981; Krauss and Hebbbar, 1998; Suárez, 2006). El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del manejo fitosanitario del cacao sobre la incidencia de *Moniliophthora roreri* y el rendimiento del cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue establecido en el cantón La Joya de los Sachas parroquia Enokanqui, en huertas de cacao tipo Nacional de 10 años, se estableció sombra de *Erythrina* spp. Cada parcela experimental estuvo conformada por 25 plantas sembradas a una distancia

de 4 x 4 m, lo cual representa 400 m². Los factores en estudio fueron tres tipos de manejo fitosanitario: *a*) manejo convencional con fungicida, *b*) manejo orgánico y *c*) manejo convencional sin fungicidas (Tabla 1). Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

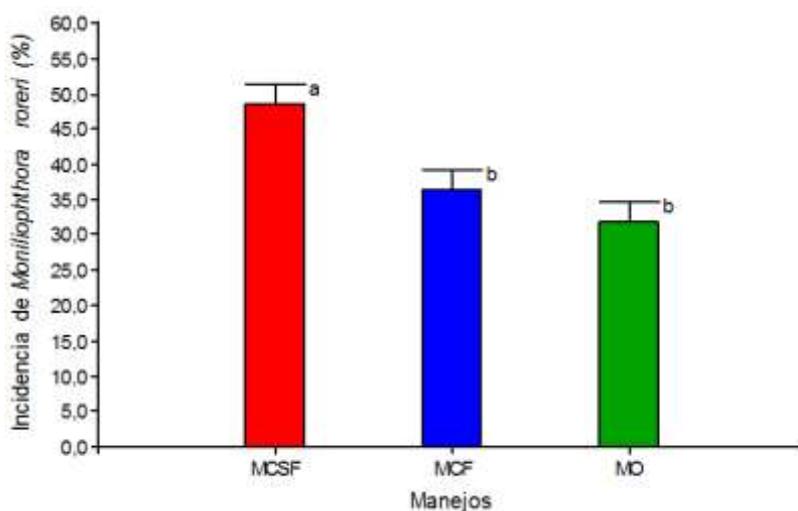
Tabla 1. Niveles de manejo fitosanitario para el control de moniliasis en cacao

Niveles de manejo	Fertilización	Control de monilia
Manejo convencional con fungicida (MCF)	Fertilizante sintético (500g/plata/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 300g de potasio) de acuerdo al análisis de suelo	Una aplicación de fungicida sistémico (Azoxystrobina, 400 cc/ha.) + tres de oxiclورو de cobre (2 kg/ha) por fase productiva
Manejo convencional sin fungicida (MCSF)	Fertilizante sintético (500g/plata/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 300g de potasio) de acuerdo al análisis de suelo	Sin fungicidas (testigo)
Manejo orgánico (MO)	Gallinaza (1 000g/planta) + bioestimulante líquido	Cuatro aplicaciones de oxiclورو de cobre (2 kg/ha)

Las evaluaciones se realizaron de enero a noviembre del 2017; se registró número de mazorcas tanto sanas como enfermas cada 15 días. Se determinó la incidencia de monilia, además se evaluó el efecto de los tratamientos sobre los rendimientos, para lo cual se pesaron las almendras húmedas en gramos de las nueve plantas seleccionadas en la parcela útil, este valor posteriormente se lo transformó a peso en kg/ha. Los datos se analizaron con un diseño combinado entre zonas (Di Rienzo et al. 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

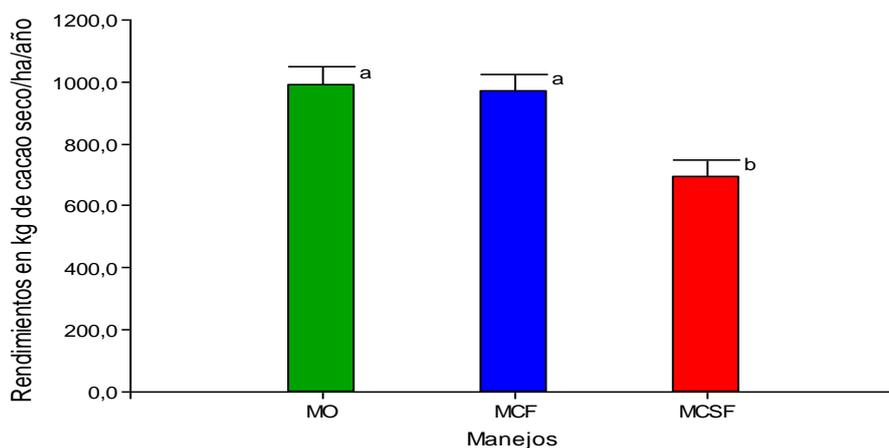
En la variable incidencia de monilia al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha= 0.05$ los manejos mostraron diferencias estadísticas ($p<0.05$: 0,0024), se observó que el manejo convencional sin fungicidas presentó la incidencia más alta con 48.72%. La menor incidencia la obtuvo el manejo orgánico con 31.92% siendo este igual estadísticamente al manejo convencional cuya incidencia fue de 36.50% (Figura 1).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 1. Incidencia de monilia (*Moniliophthora roreri*) de acuerdo a ensayo de Enokanqui 2017.

En la variable rendimiento, al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha= 0.05$, hubo diferencias significativas en los manejos ($p<0.05$: 0.0044). Se observó el mayor rendimiento en el tratamiento de manejo orgánico con 990.52 kg de cacao seco/ha/año, seguido del manejo convencional con fungicida con 967.77 kg de cacao seco/ha/año; estos manejos son similares estadísticamente; pero diferentes al manejo convencional sin fungicidas que alcanzó 690.63 kg de cacao seco/ha/año (Figura 2). Los resultados obtenidos en esta investigación se relacionan a los obtenidos por López y Batista, (2018).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 2. Incidencia de monilia (*Moniliophthora roreri*) de acuerdo a los tratamientos en Enokanqui y Tena 2017.

CONCLUSIONES

El tratamiento convencional sin fungicida presentó mayor incidencia de monilia mientras que los tratamientos orgánicos y manejo convencional tuvieron la menor incidencia. Por tanto, realizar podas fitosanitarias, más el uso de fungicidas cúpricos combinado con aplicaciones de *Trichoderma sp.* permiten incrementar el rendimiento en un 300% en relación al promedio nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2008). InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Enriquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual.
- Instituto Nacional de estadísticas y censos [INEC]. (2015). Visualizador de control ESPAC. Consultado el 13 de abril del 2015 en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/visualizador-espac/>
- Nieto, C. y Caicedo, C. (2013). Análisis reflexivo para el Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana. INIAP. Estación Experimental Central de la Amazonía. 24 p. (Publicación Miscelánea no. 405).
- López, G. y Batista, G., (2018). Alternativas orgánicas para el control de Monilia (*Moniliophthora roreri*, Cif. y Par) en el cultivo de cacao. *Revista Científica Agroecosistemas* 6, 56-62.

Dinámica Espacial de Esporas de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en La Joya de Los Sachas

Jimmy T Pico¹, Nelly J Paredes^{1,2}, Cristian R Subía¹, Christopher Suárez³, Alejandra E Díaz¹, Porfirio P Chimbo², Carlos E Caicedo¹

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador;

³Universidad Técnica de Manabí, Estudiante de Maestría

E-mail: jimmy.pico@iniap.gob.ec

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif & Par)] es considerada como el mayor problema que causa pérdidas superiores al 60% en la producción de cacao, bajos rendimientos que hacen no rentable al cultivo (Enríquez 2004; Brenes 1983). La dispersión de moniliasis es un proceso esencial para el desarrollo de la epidemia. Los patógenos se dispersan por varias formas, algunos producen propágulos que se desplazan activamente en el agua, pueden dispersarse a través del crecimiento tálico, otros de forma más activa por medio de esporas, a través del efecto del viento, la lluvia, y el hombre. Algunos se desplazan pasivamente a través de vectores que pueden ser humanos, animales, insectos o prácticas agronómicas como el riego (Agrios, 1998).

Las condiciones secas, baja humedad relativa y temperatura mayor a 26 °C favorecen la liberación y dispersión de las esporas. Las lluvias frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de los conidios. La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22 °C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque et al., 2005; (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2006).

La dispersión de *M. roreri* es una de las fases importantes en el ciclo de vida del hongo la cual determina el grado de afectación de las mazorcas. Conocer la dinámica de dispersión y su relación con los factores meteorológicos, permitirá implementar sistemas que minimicen el contacto con las mazorcas. Se conoce que mayor cantidad de esporas se encuentran suspendidas por debajo de la copa del cacao en horas de la noche (Leandro, 2011; Aylor, 1990; Meléndez, 1993). En este contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar la dinámica de dispersión de esporas de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su relación con los factores meteorológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en INIAP en la Estación Experimental Central de la Amazonía, en una parcela de cacao que se aplica manejo integrado (MIC). El ensayo estuvo sembrado con materiales clonales tipo Nacional de tres años. Para la captura de conidios aerovagantes, se empleó un capturador tipo Hirst, modelo Burkard, que funciona mediante succión y atrapa esporas suspendidas en el aire, impregnándolas en una cinta adherente fijada a un tambor que gira en función a las manecillas del reloj. Para cada muestreo se prepararon los dispositivos en la cámara de flujo laminar con el fin de evitar contaminación. La trampa se instaló en el centro de la parcela, quedando su

ranura a 1.60 m de altura. Se realizaron tres observaciones continuas de captura de esporas en periodos de siete días entre los meses de junio y julio, época que representa el inicio de la temporada de menor precipitación. Se realizó lecturas de 1 795 campos de conteos (cada observación con el objetivo 40X) por cada banda (24 horas), representando 27 440 campos observados cada siete días. Para la lectura después del desmontaje de las trampas, se tomó la cinta de captura y se ubicó sobre una regla milimétrica, que sirvió para realizar siete cortes de 48 mm de largo, denominados bandas, donde cada banda representó 24 horas de registro. Cada banda fue colocada en un porta objeto y con el uso del microscopio objetivo de 40X se identificaron y cuantificaron las esporas basado en sus características morfológicas: conidios globosas, subglobosas, elípticas (Suárez, 2006; Barnett y Hunter, 1998). Se cuantificó el número de esporas por cada hora leyendo un área de 28 mm² (14 x 2 mm).

Se estimó la cantidad de esporas por hora/m³ de aire. También se registraron variables climáticas como la pluviometría, en la Estación climática del INIAP-INAMHI, temperatura, ráfagas de viento y humedad relativa en una microestación climática, instalada en la misma parcela; la misma que consta de un Data Logger, un sensor mixto que mide temperatura y humedad relativa, un anemómetro para medir las ráfagas de viento. El Data Logger fue programado para realizar una lectura cada 30 segundos y registrar un promedio cada 15 minutos. Los datos fueron analizados con herramientas de estadística paramétrica para una descripción del comportamiento usando medidas de tendencia central.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se observa que el mayor porcentaje de esporas cuantificadas correspondió a las subglobosas con 68.5%; seguidas de las esporas globosas con el 27.1% y por último el 4.4% corresponde a esporas elípticas. En la Figura 1 A, se observa que durante las horas de la mañana (7:00 a 12:00) la dispersión es menor (154 esporas) que en horas de la tarde (13:00 a 18:00) con 267 esporas y aun mayor en la noche (19:00 a 21:00 horas) en las cuales las capturas incrementan, alcanzando un punto máximo de capturas a las 19:00 horas con 405 esporas/hora. Esto puede estar relacionado porque durante el día la temperatura alcanza valores muy altos (28 C°), provocando ráfagas de viento (son los valores de los aumentos repentinos de la velocidad del viento ocurridos) que bajan la humedad relativa hasta el 83%, es posible que ante estos eventos inversos las esporas se sequen y se eleven a alturas mayores de la copa del cacao y en la noche las esporas con el contacto con el rocío adquieran peso y descendan y como ya no hay ráfagas de viento quedan suspendidas por mayor tiempo a la altura donde se encuentran las mazorcas. Los datos se relacionan a los obtenidos (Aylor, 1990; Leandro, 2011; Meléndez, 1993). También se observó menor dispersión de esporas (220) en lluvia > a 1mm, que cuando la lluvia es < a 1mm; en este sentido es posible que caigan mayor cantidad de gotas de agua causando mayor impacto mecánico sobre el crecimiento de monilia que está dispuesto en la mazorca.

Tabla 1. Porcentaje de esporas de *M. royeri* capturadas según su forma

Forma microscópica	Porcentaje
Esporas glubosas	27.1
Esporas subglobosas	68.5
Esporas elípticas	4.4

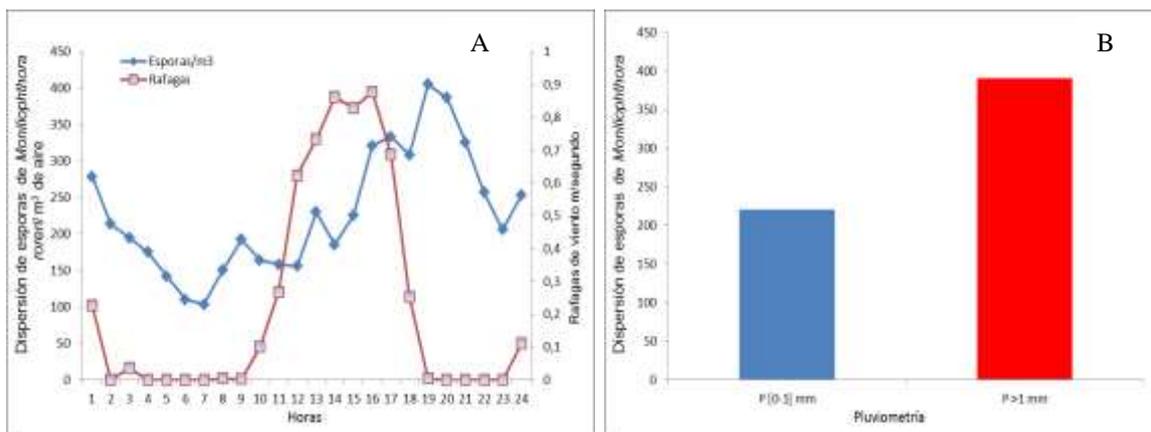


Figura 1. Dispersión de esporas *M. roleri* por hora, comportamiento de ráfagas de viento (A); efecto de lluvia sobre la dispersión de esporas de *M. roleri* (B). en La Joya de los Sachas 2019.

CONCLUSIONES

Las evidencias nos demuestran que la dispersión de esporas en seco de *M. roleri*, tienen relación con los factores meteorológicos: ráfagas de viento y precipitación. Las esporas a inicio del día pierden humedad y por acción de las ráfagas se elevan a alturas mayores de la copa del cacao en cambio en la noche las esporas con el contacto con el rocío adquieren peso, descienden y quedan suspendidas por mayor tiempo a la altura de las mazorcas. Es importante continuar con el estudio para conocer la dinámica durante todo el año.

BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, S., Bastos, N., Luz, D. y Silva, D. (2005). Doenças do cacauero (*Theobroma cacao*). In: Kimati H.; Amorim L.; Rezende J.A.; (eds) Man. Fitopatol., 4ta ed. Livroceres, Piracicaba, Brasil. p. 151 – 163
- Aylor, E. (1990). The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. Annual Reviews. *Phytopathology*. 28, 73-92.
- Brenes, O. (1983). *Evaluación de la resistencia a Monilia roleri y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao Theobroma cacao L.* (tesis MSc.) URC-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- Enríquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2006). Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de <http://www.sidalc.net/repdoc/A5344e/A5344e.pdf>
- Meléndez, L. (1993). *Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo Moniliophthora roleri (Cif & Par). Evans et al. bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (Theobroma cacao).* (tesis Mag. Sc.) Turrialba, Costa Rica. CATIE. 81 p.
- Parra, D. y Sánchez, L. (2005). El control de la moniliasis en el cacao. *INIA Divulga*. 6, 23-26
- Barnett, L., & Hunter, B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. Amer Phytopathological Society (ed.). s.l., American Phytopathological Society (APS Press). 240 p.

Manejo Integrado de la Monilia [*Moniliophthora roreri* (Cif & Par)] en el Cultivo de Cacao en La Joya de los Sachas

Jimmy T Pico¹, Nelly J Paredes^{1,2}, Luis Moncayo², Darío Calderon¹, Luis F Lima¹, Fabián M Fernández¹, Gladys A Sabando³, Porfirio P Chimbo², Carlos E Caicedo¹.

¹INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador

³Especialista en Prácticas del desarrollo

E-mail: jimmy.pico@iniap.gob.ec

Palabra clave: incidencia, monilia, patógeno

INTRODUCCIÓN

En Ecuador se cultivan aproximadamente 573 516 hectáreas, con una producción media de 0.33 toneladas de cacao seco por hectárea/año (ESPAC, 2017). La moniliasis (*Moniliophthora roreri*) se considera como el mayor problema que causa pérdidas superiores al 60% de la producción, lo que incide en los bajos rendimientos y nula rentabilidad (Enríquez, 2004; Brenes, 1983).

Enríquez (2014) menciona que la moniliasis se establece en plantaciones de cacao al inicio de la floración y en condiciones de alta humedad relativa mayores al 80% y temperaturas entre 25 a 28 °C. Esto se agrava por la falta de recursos económicos que limitan el control de las enfermedades de cacao en América Latina (Hebbar, 2007). Los bajos precios del grano de cacao es un factor importante que repercute en las aplicaciones de fertilizantes, fungicidas y otras actividades, especialmente entre los pequeños agricultores (Bateman et al., 2005).

El manejo integrado de plagas (MIP) es una alternativa para maximizar los beneficios al agricultor a través del mejoramiento de la sanidad de las plantas (Konam et al. 2011), mismo que involucra varias prácticas: uso de variedades tolerantes y productivas, abonamiento, podas, manejo de sombra y uso de microorganismos (Hebbar, 2007, Deberdt et al., 2008). El objetivo del estudio fue evaluar el manejo integrado sobre la incidencia de *M. roreri* y los incrementos de rendimiento en plantaciones de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue evaluado de enero a diciembre de 2017 en la Joya de los Sachas parroquia Enokanqui, en una plantación de cacao tipo Nacional de 9 años, al inicio del ensayo la incidencia de moniliasis fue menor al 60%. Esta localidad tiene una temperatura promedio anual de 23 a 25 °C y una precipitación anual entre 2 140 a 5 019 mm (INAMHI 2010).

Se estudiaron seis tratamientos (Tabla 1), la parcela experimental se instaló en cacao clonal tipo Nacional seleccionado por el productor, sembrada en el 2004 a una distancia de 4 × 4m. La parcela consistió en 25 árboles en una cuadrícula de 5 × 5 árboles, de las

cuales los nueve árboles centrales fueron evaluados. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Tabla 1. Descripción del manejo integrado del cultivo de cacao

Tratamientos	Fertilización	Práctica cultural	Control de monilia
T1	Fertilizante sintético: 591g/planta/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 208g de potasio + 50 g de Nutrimenores II + 1600 g de cal agrícola	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada siete días	Cuatro aplicaciones de fungicidas cúpricos (2 kg/ha) por fase productiva
T2	Fertilizante sintético (591g/planta/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 208g de potasio + 50 g de Nutrimenores II + 1600 g de cal agrícola	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada siete días	Dos aplicaciones de fungicidas cúpricos más dos aplicaciones de <i>Trichoderma sp</i> (1×10^{12} esporas).
T3	Fertilizante sintético (591g/planta/año de Nitrógeno + 75g de fósforo + 208g de potasio + 50 g de Nutrimenores II + 1600 g de cal agrícola	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada siete días	Sin aplicación
T4	Fertilizante sintético: 150 g de 10- 30-10	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada cosecha	Cuatro aplicaciones de fungicidas cúpricos (2 kg/ha) por fase productiva
T5	Fertilizante sintético: 150 g de 10- 30-10	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada cosecha	Tres aplicaciones de fungicidas cúpricos más dos aplicaciones de <i>Trichoderma sp</i> (1×10^{12} esporas).
T6	Fertilizante sintético: 150 g de 10- 30-10	Poda y eliminación de mazorcas enfermas cada cosecha	Sin aplicación

Las evaluaciones de mazorcas sanas y con síntomas de moniliasis, se realizó en el periodo de enero a diciembre del 2012, con los datos registrados se determinó la incidencia de monilia, además se evaluó el efecto de los tratamientos sobre los rendimientos, para lo cual se pesaron las almendras húmedas o frescas en gramos de las nueve plantas seleccionadas en la parcela útil, este valor posteriormente se lo transformó a peso seco en kg/ha.

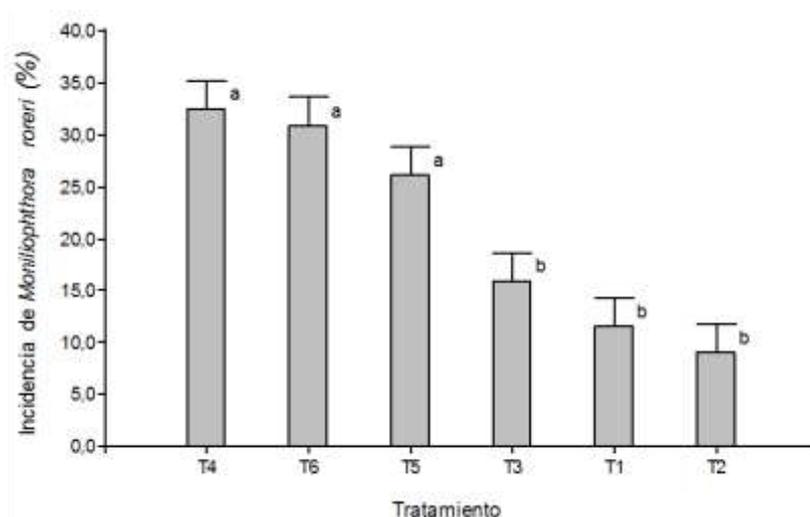
Los datos se analizaron donde el tratamiento se consideró como efectos fijos, mientras que el bloque se consideró como efecto aleatorio. Las diferencias entre las medias de tratamiento se estimaron de acuerdo con la prueba de menor diferencia significativa protegida de Fisher ($p = 0.05$) (Di Rienzo et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable incidencia de monilia al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$ los manejos mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$: 0,0004). Se observó que el tratamiento 4 presentó la incidencia más alta con 32.42%; seguidos del tratamiento 6 y 5 siendo iguales estadísticamente entre sí. La menor incidencia la obtuvo el manejo tratamiento 2 con 8.97% siendo este igual estadísticamente al tratamiento 1 y 3 (Figura 1).

En la variable rendimiento, al realizar la prueba LSD Fisher $\alpha = 0.05$, hubo diferencias significativas en los manejos ($p < 0.05$: 0.0012). Se observó que el mayor rendimiento los

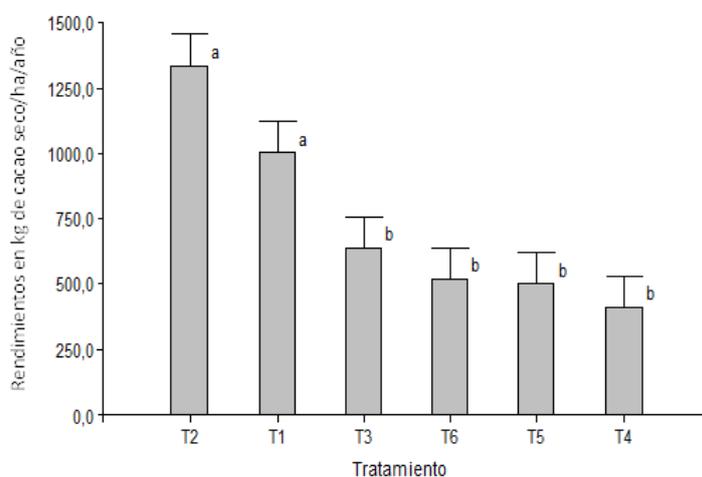
obtuvo el tratamiento 2 con 1 339.81 kg de cacao seco/ha/año; seguido del tratamiento 1 con 1 001.94 kg de cacao seco/ha/año, estos manejos son similares estadísticamente entre ellos; pero diferentes a los demás tratamientos siendo el de menor respuesta el tratamiento 4 con 414,12 kg de cacao seco/ha/año (Figura 2).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 1. Incidencia de monilia (*Moniliophthora roreri*) de acuerdo a ensayo de Enokanqui 2012.

La mejor respuesta tanto en la baja incidencia y mayor rendimientos la obtuvo el tratamiento 2, el mismo que estuvo compuesto por la integración de las prácticas culturales más el control químico y biológico, las mismas involucran: encalado, abonamiento de acuerdo al análisis de suelo, podas fitosanitarias con la eliminación de mazorcas con síntomas de la enfermedad cada siete días; combinado con aplicaciones de oxiclورو de cobre y el uso del biocontrolador *Trichoderma* spp. Las evidencias encontradas concuerdan con otros autores (Krauss y Soberanis, 2002; Medeiros et al., 2010); permitiendo la reducción de la incidencia de esta enfermedad en 60% y aumentó el rendimiento hasta un 300%.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 2. Rendimientos en kg de cacao seco de acuerdo a los tratamientos en Enokanqui 2012.

CONCLUSIONES

La integración de las prácticas de manejo de *M. royeri* permite reducir significativamente la incidencia de la enfermedad y favorece el incremento de los rendimientos hasta en 300% en relación al manejo tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

- Bateman, P., Hidalgo, E., García, J., Arroyo, C., ten Hoopen, G. M., Adonijah, V., & Krauss, U. (2005). Application of chemical and biological agents for the management of frosty pod rot (*Moniliophthora royeri*) in Costa Rican cocoa (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology*, 147, 129-138.
- Deberdt, P., Mfegue, V., Tondje, R., Bon, C., Ducamp, M., Hurard, C., Begoude, D., Ndoumbe-Nkeng, M., Hebbar, K., & Cilas, C. (2008). Impact of environmental factors, chemical fungicide and biological control on cacao pod production dynamics and black pod disease (*Phytophthora megakarya*) in Cameroon. *Biological Control*, 44, 149-159.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; y Robledo, C. (2008). InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Enríquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual
- Hebbar, K. (2007). Cacao diseases: A global perspective from an industry point of view. *Phytopathology*, 97, 1658-1663.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. 2010. Anuario Meteorológico 2008 – Versión preliminar 2010. Quito – Ecuador.
- Konam, J., Namaliu, Y., Daniel, R., & Guest, D. (2011). The cocoa cropping cycle. Page 7 in: Integrated Pest and Disease Management for Sustainable Cocoa Production: a training manual for farmers and extension workers. 2nd ed. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.
- Medeiros, F., Pomella, A., de Souza, J., Niella, G., Valle, R., Bateman, R., Fravel, D., Vinyard, B. & Hebbar, P. (2010). A novel, integrated method for management of witches' broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. *Crop Protection*, 704-711.

Identificación de especies de *Trichoderma* obtenidas de fincas cacaoteras del norte de la amazonia Ecuatoriana como posibles fuentes de control de *Moniliophthora roreri* H.C. Evans

Christopher, W. Suárez¹; Oscar E. Palacios² y Jimmy, T. Pico³

¹ Universidad Técnica de Manabí, estudiante de maestría del programa “Producción Agrícola Sostenible”. Av. José María Urbina. Portoviejo- Manabí- Ecuador.

²Universidad de Guayaquil, Egresado de la “Facultad de Ciencias Agrarias” Av. Kennedy s/n y Av. Delta. Guayaquil- Guayas- Ecuador.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del INIAP – Estación Experimental Central Amazónica.

E-mail: chriss01@hotmail.es

Palabras claves: Control biológico, cepas, taxonomía.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es de gran importancia económica y social en el Ecuador, pues aproximadamente el 13% de la población económicamente activa agrícola del país se relaciona con dicho cultivo (Pro - Ecuador, 2013). *Monilia roreri*, es un grave problema fitosanitario para los agricultores amazónicos, dadas estas condiciones los productores no pueden tener ingresos que satisfaga su economía, lo cual causa desmotivación obligando a buscar otras opciones de producción o en último de los casos se ven obligados a abandonar sus áreas de producción y migrar hacia las ciudades. El empleo de agentes microbianos, como control biológico, es reportado como una opción eficaz frente al uso de fungicidas químicos para el control de enfermedades (Sivila, 2013). Las especies de *Trichoderma* tienen una gran actividad antagonista sobre patógenos como *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium rolfsii* Sacc, *Pythium ultimum* y *Fusarium oxysporum* Snyder y Hansen, causantes de enfermedades importantes en cultivos de rábano, clavel, crisantemo, frijol, café, haba, tomate y cítricos entre otros (Tovar, 2008), El género *Trichoderma* tiene diferentes mecanismos para manejar las plagas, destacándose entre ellos la competencia por el espacio y los nutrientes, el micoparasitismo, la producción de compuestos inhibidores, la inactivación de enzimas del agente patógeno y la inducción de resistencia (Harman et al., 2004; Holmes et al., 2004). En la Amazonía se tiene pocos reportes del uso de *Trichoderma* para el control de varios patógenos y casi nada sobre su identificación morfo-cultural e identificación taxonómica de las especies presentes en las zonas cacaoteras de la Amazonía norte.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP. Las cepas de *Trichoderma* spp., que fueron identificadas se las obtuvo de la colección de hongos biocontroladores que posee el laboratorio (DPV – EECA). Los tratamientos estuvieron constituidos por 12 aislados de la provincia de Napo, 5 aislados de la Provincia de Orellana, 1 aislado de la provincia de Sucumbíos y una cepa comercial como testigos (Tricomix) y una cepa de la provincia de las Guayas como comparación (*Trichoderma asperellum*). Los estudios morfológicos se realizaron en harina de maíz dextrosa agar (CMD) medio sintético bajo en nutrientes (SNA) (Nirenberg, 1976), papa dextrosa agar (PDA). (Samuels et al., 2000). Se evaluó color, olor, producción de pústulas, micelio aéreo, pigmentación del

medio formación de anillos concéntricos forma de micelio, además se midió 25 unidades (longitud, ancho), conidias, clamidospora y fialides. Para la identificación a nivel de especie se utilizó la clave taxonómica reportada por varios autores (Bissett, 1991; Chaverri & Samuels, 2003; Acurio y España, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de las especies de los aislados de *Trichoderma*, se basó en las características morfológicas macroscópicas de las colonias, (Figura 1). Se identificaron cinco especies: *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg, *Trichoderma viride* Pers., *Trichoderma harzianum* Rifai, *Trichoderma reesei* Simmons, *Trichoderma koningiopsis*.

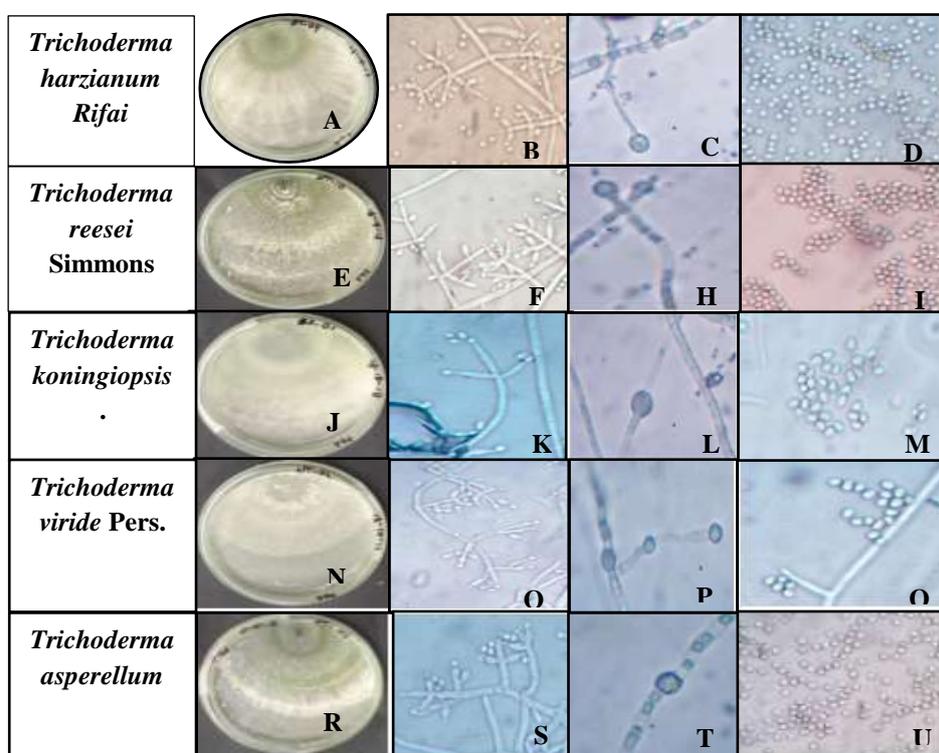


Figura 1. A, E, J, N, R) colonias en medio de cultivo PDA, después de 14 días; B, F, K, O, S) fialides; C, H, L, P, T) clamidosporas; D, I, M, Q, U) conidios

La especie *T. asperellum* fue identificada en los aislados de Napo Tena 01, Napo Tena 3, Napo Tena 7, Napo Tena 8 y Orellana Sacha 04; La especie *T. aureoviride* fue identificada en los aislados de Napo Tena 02, Napo Tena 11 y Orellana Sacha 03; La especie *T. harzianum* fue identificada de los aislados Napo Tena 04, Napo Tena 05, Napo Tena 09, Napo Tena 12 y Sucumbíos Sushufindi 01; La especie *T. koningiopsis* fue identificada en los aislados Orellana Sacha 01, Orellana Sacha 02 y Orellana Sacha 05 ; La especie *T. reesei* fue identificada de los aislados Napo Tena 06 y Napo Tena 10.

La identificación de las especies *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum*, *T. viride*, *T. reesei* y *T. koningiopsis*, a través de claves se relaciona con los trabajos de Arias y Piñeros, (2008) quienes utilizaron claves taxonómicas, teniendo en cuenta las características macroscópicas y microscópicas; identificaron varios géneros y especies de *Trichoderma* spp.

CONCLUSIONES

En el trabajo realizado se logró identificar cinco especies de *Trichoderma*: *T. Asperellum*, *T. viride*, *T. harzianum*, *T. reesei* y *T. koningiopsis*.

Continuar con la búsqueda de microorganismos antagonistas de *Moniliophthora roreri* y evaluar dosis y frecuencias de aplicación los aislados en condiciones de campo para determinar el efecto antagonista frente al patógeno, además, realizar pruebas de eficacia en condiciones de campo con los mejores tratamientos de los estudios de laboratorio y realizar la caracterización molecular para su exacta identificación a nivel de especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, R. y España, C. (2017). Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53–61.
- Arias, E., & Piñeros, P. (2008). *Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de Guasca y Cruz Verde*. (tesis de pregrado). Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Bissett, J. (1991). A revision of the genus *Trichoderma*. III. Section *Pachybasium*. *Canadian Journal of Botany*, 69(11), 2373–2417.
- Chaverri, P., & Samuels, J. (2003). *Hypocrea/Trichoderma* (ascomycota, hypocreales, hypocreaceae): species with green ascospores. Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Ecuador, P. (2013). Análisis del sector cacao y elaborados. Ecuador: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 6.
- Harman, E., Howell, R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43.
- Holmes, A., Schroers, J., Thomas, E., Evans, C., & Samuels, J. (2004). Taxonomy and biocontrol potential of a new species of *Trichoderma* from the Amazon basin of South America. *Mycological Progress*, 3(3), 199–210. <https://doi.org/10.1007/s11557-006-0090-z>
- Nirenberg, I. (1976). Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion *Liseola*. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berl.-Dahlem*, 169, 1–117.
- Samuels, J., Pardo-schultheiss, R., Hebbbar, P., Lumsden, D., Bastos, N., Costa, C., & Bezerra, L. (2000). *Trichoderma stromaticum* sp. nov., a parasite of the cacao witches broom pathogen. *Mycological Research*, 104(6), 760–764.
- Sivila, N., y Jujuy, A. (2013). Producción artesanal de trichoderma.
- Tovar, C. (2008). *Evaluación de la capacidad antagonista “in vivo” de aislamientos de*

Trichoderma spp frente al hongo fitopatogeno Rhizoctonia solani (tesis de grado)
Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <http://passthrough.fw-notify.net/download/614907/http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>

Área temática: Agroindustria y Valor Agregado, Mercados y asociatividad e industrialización.

Costos y Distribución Temporal de la Inversión para el Desarrollo de una Variedad Clonal de Cacao de alta productividad

Teresa J. Casanova¹, Freddy M. Amores², Arturo I. Garzón¹, Rey G. Loor¹, Ignacio A. Sotomayor¹, Juan C. Jiménez¹, Omar M. Tarqui¹, Gladys A. Rodríguez¹, Grisnel C. Quijano¹, Luis F. Plaza¹, Hilton E. Guerrero¹, Fanny G. Zambrano¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Mocache, Ecuador

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

E-mail: teresa.casanova@iniap.gob.ec

Palabras claves: productividad, inversión, mejoramiento genético, estructura de costos

INTRODUCCIÓN

Una aproximación aceptable del monto de inversión necesaria para alcanzar un objetivo de mejoramiento genético representa una herramienta valiosa para gestionar el desarrollo de nuevas variedades de cultivos, más aún si se trata de cultivos de gran impacto económico como es el caso del cacao en el Ecuador.

La disponibilidad del monto de inversión, acompañado de su distribución temporal, necesaria para financiar estos procesos de investigación, representa una valiosa herramienta de planificación. Un estudio de caso basado en el desarrollo y entrega de la variedad comercial INIAP-EETP-800 “Aroma Pichilingue”, luego de alrededor de 20 años de trabajo, produjo información referencial útil para planificar el desarrollo de nuevas variedades de cacao en beneficio del sector cacaotero del Ecuador.

El objetivo principal del presente trabajo fue determinar los costos y distribución temporal de financiamiento que demanda la inversión para el mejoramiento genético y desarrollo de una variedad clonal de cacao de alta productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El flujo de información técnica y contable permitió conectar las diversas etapas de proceso, desde el análisis y selección de los parentales con valor genético para cruzarlos entre sí, pasando por las distintas etapas de evaluación de varios grupos de progenies derivados de los cruzamientos, antes de clonar y validar el comportamiento de selecciones de genotipos prometedores en distintas zonas hasta el establecimiento de jardines clonales para la multiplicación de plantas, acompañado de la respectiva información técnica. La desagregación de cada etapa permitió determinar la estructura de costos y montos invertidos en cada componente.

Se aplicó el método analítico para descomponer las diferentes etapas del proceso de mejoramiento genético de una variedad clonal de cacao. El mismo método se aplicó para determinar la estructura de costos en cada etapa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo de la investigación, se definieron las siguientes etapas:

1. Selección y cruzamiento de parentales con valor genético y siembra de plantas híbridas en campo.
2. Evaluación de progenies segregantes y selección de plantas híbridas.
3. Clonación de plantas seleccionadas para el establecimiento y evaluación de pruebas interclonales.
4. Selección de los clones con mayor productividad y establecimiento de parcelas semi-comerciales a nivel multilocal.
5. Establecimiento de jardines clonales para la multiplicación de material de siembra, reporte final, registro en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI) y publicaciones técnicas relacionadas.

Un resumen de los costos y distribución temporal de la inversión realizada durante el período 1997-2016 (20 años) se presenta a continuación:

Tabla 1. Costos y distribución temporal de la inversión por etapa que demanda el proceso de mejoramiento genético y desarrollo de una variedad clonal de cacao de alta productividad. Período 1997-2016 (USD\$).

Costos	Etapa 1 (1997- 2000)	Etapa 2 (2001- 2007)	Etapa 3 (2008- 2015)	Etapa 4 (2012- 2016)	Etapa 5 (2015- 2016)	Total
Costos Variables	1.342.400	233.100	13.520	57.950	36.300	1.683.270
Personal	120.000	210.000	12.000	45.000	30.000	417.000
Servicios e Insumos	1.222.400	23.100	1.520	12.950	6.300	1.266.270
Costos Fijos	494.344	772.852	249.363	261.023	90.244	1.867.826
Personal	377.344	660.352	227.763	198.523	41.244	1.505.226
Equipos	5.000	7.500	10.000	5.000	2.500	30.000
Difusión					20.000	20.000
Terrenos		105.000	6.000	22.500	9.000	142.500
Infraestructura	112.000		5.600	35.000	17.500	170.100
Total	1.836.744	1.005.952	262.883	318.973	126.544	3.551.096



Figura. 1. Parcela de cacao clonal INIAP-EETP-800. EET-Pichilingue. 2017.

CONCLUSIONES

El proceso de mejoramiento genético tardó un periodo de 20 años, con una inversión que se asentó en la siguiente estructura de costos: personal, servicios e insumos, equipos, terrenos, infraestructura y difusión. El monto de la inversión para obtener el objetivo planteado asciende a USD\$ 3,551 096 (Tres millones quinientos cincuenta y un mil noventa y seis dólares). La etapa que demandó el mayor monto de inversión fue la selección y cruzamiento de parentales con valor genético y siembra de plantas híbridas en campo, con un monto de USD\$ 1,836 744 (Un millón ochocientos treinta y seis mil setecientos cuarenta y cuatro dólares), equivalente al 51.72 % de la inversión total.

BIBLIOGRAFÍA

- Amores, F., Suárez, C. y Garzón I. (2010). Producción intensiva de Cacao Nacional: Tecnología, Presupuesto y Rentabilidad. Manual Técnico # 82. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador. 171 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2003). Prueba de clones y progenies para obtener variedades de cacao productivas, resistentes a enfermedades y con sabor “Arriba”. Informe final de Proyecto Internacional CFC/ICCO/IPGRI “Cocoa Germplasm utilización and conservation: A global approach. Programa de Cacao y Café, Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador. 86 p.
- Loor, R. (1998). *Obtención de híbridos de cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional provenientes de materiales de alta productividad y resistentes a enfermedades.* (tesis de pregrado). Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. 63 p.
- Vasco, A., Amores, F., Zambrano, J. y Saucedo, A. (2004). Selección de híbridos de cacaos productivos, tolerantes a enfermedades y con Sabor Arriba. Programa Nacional de Cacao y Café, Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador. Boletín Técnico. N° 123. 21 p.



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