



## Simposio "Cacao para la Paz" Mapeo del futuro de investigación del cacao en la Región del Caribe Colombiano

MAYO 17 - 19. BARRANQUILLA, COLOMBIA



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



**PennState**  
College of  
Agricultural Sciences



**Peace  
Corps**



**AMCHAM**  
COLOMBIA  
CAMARA DE COMERCIO  
COLOMBIA-AMERICA  
BARRANQUILLA



**UNODC**  
Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito



**MINAGRICULTURA**



**Gobernación  
del Atlántico**



**REUNIÓN DE CACAO PARA LA PAZ**  
**Barranquilla, Colombia, 17 y 18 de mayo de 2017**

## RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES

### LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN CACAO EN ANTIOQUIA COMO CONTRIBUCIÓN AL PROGRAMA “CACAO PARA LA PAZ”

#### **Lucía Atehortúa**

Sede de Investigación Universidad de Antioquia, SIU. Torre1 Lab. 210. Universidad de Antioquia, A.A. 1226. Medellín-Colombia.

E.mail: latehor@gmail.com

#### **Resumen**

Debido a la creciente demanda, así como a la actual tendencia mundial por el uso del cacao y productos más saludables, Colombia ha promovido este cultivo como una estrategia para posicionar el cacao de fino aroma y sabor como el cuarto producto de exportación mundial, y apoyar la investigación de nuevos nichos de mercado de productos específicos de Origen orgánico y confitería funcional por su alto contenido de polifenoles, así como el estudio de las sustancias benéficas del cacao. Como parte de esta estrategia, se creó el Plan Decenal de Cacao, el cual busca convertir a Colombia en un actor de primer nivel en el mercado de cacao y aroma. Bajo esta perspectiva, se espera que Antioquia siembre 25.500 nuevas hectáreas y se convierta en el Departamento con la mayor proyección de aumento de área.

Para ello, el Gobierno de Antioquia firmó un acuerdo con Fedecacao denominado “Apoyo al fortalecimiento de la actividad cacaotera en el departamento mediante la plantación y sostenimiento de cultivos de cacao y el fortalecimiento del comité regional de la cadena de producción de cacao y chocolate”. Este acuerdo busca implementar 122 hectáreas de cacao en 24 municipios de la región, los cuales serán financiados con regalías. A través de este proyecto también se dará apoyo a 2.306 hectáreas ya establecidas en un plazo de 3 años y así asegurar la productividad. El Gobierno de Antioquia, a través de la Secretaría de Agricultura, ha venido apoyando varios proyectos de investigación de este cultivo, además de varias Universidades, Instituciones, Corporaciones y la empresa privada representada por la Compañía Nacional de Chocolates. Por otra parte, el Gobierno Nacional ha venido promoviendo un programa denominado “Cacao por la Paz”, el cual propende por el apoyo a las poblaciones en la era del posconflicto, con el apoyo de varios países e instituciones internacionales que han hecho sus contribuciones con el fin de lograr a través de este cultivo un mejoramiento económico de los actores que se han integrado a este proceso.

De acuerdo con Fedecacao, “Se tiene la necesidad de ayudar a las familias de cacao para que las personas en estas regiones tengan actividades productivas y reduzcan los problemas socioeconómicos existentes”, dijo el líder y explicó que “durante esos 3 años la gente va a aprender a cultivar el producto, seleccionar las semillas y el suelo, además de un componente relacionado con el cuidado de los cultivos adultos, el cual incluye el manejo fitosanitario”.

Durante esta presentación sobre Proyectos de Investigación del Cacao en Antioquia como contribución al Programa “**Cacao por la Paz**” se ilustran los proyectos que actualmente se desarrollan en este Departamento.

## **Resumen de la investigación del cacao: Laboratorio de Cultivos Perennes Sostenibles, de USDA-ARS**

**Bryan A. Bailey** (a), V. C. Baligara, Dapeng Zhanga, Osman Gutierrez (b), Lyndel W. Meinhardt (a)

- a) Laboratorio de Cultivos Perennes Sostenibles, USDA-Servicio de Investigación Agrícola, Beltsville, MD, EE.UU.
- b) Estación de Investigación de Horticultura Subtropical, USDA-Servicio de Investigación Agrícola, Miami FL, EE.UU.

### **Resumen**

El Laboratorio de Cultivos Perennes Sostenibles (SPCL) lleva a cabo investigaciones sobre sistemas de producción de cultivos perennes tropicales de relevancia para los Estados Unidos de América. Actualmente el SPCL tiene tres proyectos de base financiados que estudian principalmente el cacao. Proyecto 8042-21220-252-00D, Título: Caracterización genómica y manejo de enfermedades fúngicas del cacao se centra en las muchas enfermedades graves asociadas con la producción de cacao. En la actualidad el proyecto se centra en las moniliasis podredumbre negra de las vainas (*Phytophthora species*), podredumbre de vaina helada (*Moniliophthora roreri*), raya vascular (*Ceratobasidium theobromae*), pudrición de carbón y podredumbre de la punta (*Lasiodiplodia theobromae*), pero también tiene una historia en el estudio de la enfermedad de la escoba de brujas (*Moniliophthora Perniciosa*). La SPCL apoyó la finalización y liberación del genoma del proyecto de *M. perniciosa* y ha dirigido la secuenciación de los genomas *M. roreri*, *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora megakarya*. Se han llevado a cabo estudios periféricos con cada uno de estos patógenos describiendo su diversidad genética y la biología de sus interacciones con el cacao. El Proyecto 8042-21000-267-00-D, Título: Evaluación de la Diversidad Genética de Cacao y Otros Recursos Genéticos de Cultivos de Árboles Tropicales se enfoca en mejorar la eficiencia de manejo y facilitar el uso de germoplasma de cacao y otros cultivos arbóreos tropicales. Los objetivos de este proyecto incluyen la elucidación de los patrones geoespaciales de diversidad genética en el cacao y otros cultivos arbóreos tropicales, la adquisición estratégica de nuevas brechas de relleno de germoplasma de cacao en colecciones y el apoyo a la conservación in situ / -La resistencia de las plantas y otros rasgos hortícolas. Proyecto 8042-21000-278-00D, Título: Sistemas de Producción Sostenible para el Cacao está investigando genotipos de cacao con capacidad superior para el establecimiento en condiciones de estrés ambiental (sequía, calidad de la luz y acidez del suelo), caracterizando los efectos de los cultivos de cobertura sobre potenciales de producción y la calidad del frijol y la eficiencia del uso de nutrientes en el cacao, y el desarrollo de sistemas de manejo del cacao ambientalmente sostenibles a largo plazo que mejoren la calidad y el rendimiento del suelo. La Estación de Investigación de Horticultura Subtropical (SHRS) en Miami, FL conduce investigaciones sobre cultivos perennes tropicales subtropicales cultivados en las áreas continentales y no contiguas de los Estados Unidos. En SHRS, Proyecto 6038-21000-023-00-D, Título: Mejoramiento Genético del Cacao a través de la Genómica-La cría asistida se concentra en el mejoramiento genético del cacao usando métodos de selección genómica. El proyecto busca desarrollar el cacao con resistencia a la escoba de bruja, vaina helada y vaina negra y con excelentes rasgos hortícolas y de calidad. Cada proyecto depende de múltiples colaboraciones internacionales formales e informales y nuevas colaboraciones son bienvenidas donde los intereses son compartidos.

## **Enfermedades del cacao en Colombia: Lo que sabemos y lo que necesitamos saber.**

**Bryan A. Bailey** (a), V. C. Baligara, Dapeng Zhanga, Osman Gutierrez (b), Lyndel W. Meinhardt (a)

a) Laboratorio de Cultivos Perennes Sostenibles, USDA-Servicio de Investigación Agrícola, Beltsville, MD, EE.UU.

b) Estación de Investigación de Horticultura Subtropical, USDA-Servicio de Investigación Agrícola, Miami FL, EE.UU.

### **Resumen**

El Laboratorio de Cultivos Perennes Sostenibles (SPCL) está fuertemente dedicado a la caracterización molecular de los patógenos del cacao. Actualmente estamos enfocados en las moniliasis podredumbre negra (*Phytophthora species*), podredumbre de vaina helada (*Moniliophthora roreri*), raya vascular (*Ceratobasidium theobromae*) y pudrición de carbón y podredumbre (*Lasiodiplodia theobromae*). En los últimos años, la SPCL ha apoyado la finalización y liberación del genoma del proyecto *M. pernicioso* y ha liderado la secuenciación y la liberación pública de los genomas *M. roreri*, *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora megakarya*. A través de estos estudios, se ha fortalecido nuestra comprensión de la estrecha asociación genética entre *M. pernicioso* y *M. roreri*. El análisis SNP de la diversidad regional de *M. roreri* verificó a Colombia como su probable centro de origen e identificó al Valle del Magdalena como un lugar de alta diversidad genética. Nuestra investigación, junto con la de otros, valida a Colombia como un área de intereses particulares al estudiar la resistencia del cacao a la pudrición helada. *P. megakarya* y *P. palmivora* también son especies estrechamente relacionadas que atacan el cacao pero parecen haber tomado caminos evolutivos muy diferentes. La interacción *P. megakarya* / cacao es claramente un nuevo hallazgo. *P. megakarya* (un patógeno significativo del cacao solamente) está particularmente adaptado al cacao, habiendo proliferado su batería de genes que manejan las respuestas de la defensa de las plantas. *P. palmivora* (un amplio patógeno del huésped) es un tetraploide funcional que ha duplicado su tamaño del genoma y, en consecuencia, todo su complemento genético. A pesar de que no está claro por qué, *Lasiodiplodia theobromae*, agente causal de la putrefacción del carbón y la plaga de la punta ha sido continuamente mencionado por los colaboradores como patógeno de interés en los últimos años. *L. theobromae* se encuentra distribuida en todo el mundo y se suele aislar en asociación con episodios inusuales de esta plaga. Recientemente hemos adquirido una secuencia genómica de *L. theobromae* aislada del cacao y estamos completando su análisis. Aunque sabemos mucho sobre los patógenos del cacao, todavía queda mucho que no sabemos. Claramente, las especies de *Moniliophthora* y *Phytophthora* que causan enfermedades en el cacao son de importancia para Colombia. El proyecto propuesto ofrece una oportunidad única para coordinar el análisis de la diversidad de patógenos dentro de Colombia con los esfuerzos de selección / mejoramiento para la resistencia a enfermedades contra múltiples patógenos del cacao. Los resultados de estos esfuerzos proporcionarán cierta seguridad frente a la ruptura de la resistencia una vez que se liberen los nuevos materiales a los agricultores – algo crítico para la producción sostenible de cacao.

## **Problemas de cadmio en los sistemas de cultivo del cacao**

VC Baligar Centro de Investigación Agrícola USDA-ARS-Beltsville, Beltsville MD, EE.UU.

### **Resumen**

La exportación de cacao es una importante cadena de valor para Colombia. Invariablemente, los granos de cacao de Colombia tienen altos niveles de Cd, principalmente porque los suelos de cacao en Colombia tienden a tener altos niveles de Cd. La Unión Europea (UE) propone una reglamentación más estricta para los niveles de Cd en los granos de cacao importados, y tal regulación se convertirá en una barrera comercial para la venta de granos de cacao procedentes de Colombia. Los niveles elevados de cadmio (Cd) en los granos de cacao reducen su calidad y comerciabilidad, a la vez que tienen un impacto negativo en las ganancias de exportación. El desarrollo de la tecnología de remediación basada en enmiendas reducirá de manera significativa y mensurable la biodisponibilidad y la movilidad química del Cd en los suelos. La identificación de genotipos de cacao capaces de reducir la acumulación de Cd y la adaptación de una tecnología eficaz de enmienda del suelo mejorará las posibilidades de producir granos de cacao de alta calidad con menor contaminación por Cd y, además, mejorará la comercialización del cacao en el comercio internacional. Se presentarán diversas cuestiones relacionadas con el Cd en plantas de suelo de sistemas de cultivo de cacao junto con posibles métodos de remediación para minimizar el Cd del suelo bio-disponible y la selección de genotipos de cacao para tolerancia al Cd y reducir la captación de Cd.

## **Cómo puede convertirse Colombia en un centro de producción de cacao a nivel mundial**

Aaron Beydoun  
CEO de Fenicia Trading

### **Resumen**

Se discutirán en esta presentación experiencias reales de comerciantes de productos básicos sobre algunos de los requisitos necesarios para construir un sector de cacao rentable y autosuficiente en Colombia. Existe una subinversión crónica en el sector, la productividad sigue siendo obstinadamente baja, y hay una distribución desigual de recursos en toda la cadena de suministro.

Para asegurar el éxito de las iniciativas públicas y privadas en Colombia, el país debe complementar la extensión con el desarrollo de una verdadera estructura de mercado interno basada en el descubrimiento transparente de precios y una experiencia comercial comprobada en los mercados globales de exportación. Adicionalmente, se explora el papel y la responsabilidad de cada parte interesada – el gobierno, el regulador, el productor, el exportador – con el fin de garantizar que creemos una industria autosuficiente que dependa exclusivamente de sus propios beneficios internos y no de la ayuda gubernamental. Y finalmente, ¿cuál es la estrategia integrada de los diversos actores en Colombia? ¿El país concentrarse únicamente en el cacao de sabor fino para mercados de nicho de exportación o si Colombia ofrece a los mercados globales una cartera diversificada de cacao?

## **Genómica de la resistencia a la enfermedad del cacao**

Mark J. Gultinan, Andrew S. Fister y Siela N. Maximova

Los Institutos Huck de las Ciencias de la Vida, Universidad Estatal de Pensilvania, University Park, PA 16802

### **Resumen**

Los genomas de las plantas codifican miles de genes implicados en la resistencia a enfermedades (el sistema inmune de la planta). Estamos utilizando enfoques genómicos, genómica y metabolómica funcionales con el fin de estudiar el sistema inmune de la planta del cacao. El sistema inmune consiste en proteínas que funcionan para detectar la presencia de patógenos (receptores), una serie de vías de transducción de señales que funciona para integrar y amplificar las señales de los receptores y un conjunto de genes que responden a las señales que funcionan para inhibir de manera directa el proceso de infección de patógenos a través de una multitud de mecanismos (PR o proteínas relacionadas con la patogénesis). Hemos identificado un gran número de genes que codifican las proteínas en los tres componentes del sistema inmunológico del cacao, y hemos comenzado a caracterizar sus patrones de expresión y funciones, utilizando una serie de enfoques de genómica funcional. Más recientemente, hemos comenzado a explorar los metabolitos sintetizados en respuesta a patógenos para descubrir moléculas específicas con actividades antibióticas contra los principales patógenos del cacao. El objetivo principal del presente trabajo es descubrir genes y vías críticas para la resistencia de patógenos, con el fin de establecer el escenario para la promoción de programas de mejoramiento eficientes, utilizando una gama más amplia de diversidad genética. Un objetivo secundario es el de desarrollar la capacidad de investigación genómica en los países productores de cacao, a través del apoyo a intercambios científicos y la formación postdoctoral, de posgrado y de pregrado.

Fister AS, et al., Protocol: transient expression system for functional genomics in the tropical tree *Theobroma cacao* L. *Plant Methods* 2016, 12:19.

Fister AS, et al., *Theobroma cacao* L. pathogenesis-related gene tandem array members show diverse expression dynamics in response to pathogen colonization. *BMC genomics* 2016, 17(1):363.

Shi Z, et al., TcNPR3 from *Theobroma cacao* functions as a repressor of the pathogen defense response. *BMC Plant Biology* 2013, 13:204.

Shi Z, et al., Functional Analysis of the *Theobroma cacao* NPR1 Gene in *Arabidopsis*. *BMC Plant Biology* 2010, 10:248.

Maximova SN, et al., Over-expression of a cacao class I chitinase gene in *Theobroma cacao* L. enhances resistance against the pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides*. *Planta* 2006, 224:740-749.

## **Resultados de la investigación de los principales agentes causales de las enfermedades del cacao en Colombia y su proyección**

Yeirme Yaneth Jaimes Suárez, Universidad de Pamplona.

### **Resumen**

Within el contexto del desarrollo del proyecto titulado "Estrategias para el manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo del cacao", se llevaron a cabo actividades de investigación con el fin de generar conocimientos sobre las principales poblaciones de insectos y patógenos de plagas en Colombia, Estrategias diferentes a su control. Entre los resultados más relevantes generados se encuentran: 1- Diferenciación de la estructura poblacional de *M. royeri* en dos grupos asociados por su origen; 2 - Modelos lineales generalizados con distribución cuasi-poisson con función de ligadura logarítmica para las epidemias de *M. royeri* y *Phytophthora palmivora*; 3- Autocorrelación espacial de las epidemias de monilia, evidenciando la necesidad de generar recomendaciones sobre la distribución de los materiales de cacao en la parcela y las localidades según su resistencia, microambientes y topografía del terreno; 4- Diferenciación de las enzimas guaiacol peroxidasa (PPO) y fenol-oxidasa (POX) según su resistencia a la podredumbre negra, indicando su potencial uso como marcadores bioquímicos para la selección de los materiales de cacao para la resistencia; 5- De acuerdo con la eficacia de los productos comerciales en el control de la enfermedad, se seleccionaron Antrasin® y Manzate® para integrarlas en las estrategias de manejo de *P. palmivora* y Nativo® y Amistar Top® para el control de *M. royeri*, debido a su efecto curativo Y actividad protectora hasta 21 días después de la pulverización; 6 - En la evaluación de los biocontroladores, se seleccionó la cepa *Bacillus subtilis* Bs006 por su eficacia tanto en la reducción de la incidencia de monilios como en la gravedad, la cual debe evaluarse en ciclos de producción adicionales con un régimen de manejo integrado de cultivos; 7- Para el monitoreo de las poblaciones de *Carmenta foraseminis*, se seleccionaron las trampas McPhail con proteína hidrolizada como el método más eficiente; Y 8- Debido a que los mayores niveles de daño por *C. foraseminis* ocurren en el período de mayor precipitación, se sugiere una estrecha relación entre los niveles de precipitación y las capturas de adultos, y se asoció su distribución agregada con sitios con mayor humedad relativa y nivel sombreado. Con base en estos resultados, actualmente estamos trabajando en la evaluación de diferentes métodos de control, considerando los conocimientos generados, y validando las estrategias integradas de manejo de plagas y enfermedades en el cultivo del cacao.



## **Construcción de una plataforma para estudios de patogenómica microbiana de las principales enfermedades del cacao en América Latina**

Jean-Philippe Marelli, Dario Cantú, Bryan Bailey, Lyndel Meinhardt

### **Resumen**

Uno de los desafíos más importantes en los programas de mejoramiento del cacao es mejorar la resistencia a la multitud de patógenos que amenazan el cultivo. La creciente demanda de cacao en el mundo requiere el desarrollo e implementación de nuevas estrategias efectivas, con el fin de reducir las pérdidas causadas por enfermedades (estimadas en alrededor de 800.000 t / año). Además de un flujo vital de nuevas fuentes de resistencia en los programas de mejoramiento, deben considerarse con un cuidadoso abordaje la caracterización funcional y el despliegue de estrategias de resistencia duraderas. Todavía se sabe poco sobre la diversidad de patógenos del cacao en regiones específicas. Tales estudios se podrían ver acelerados por tener una completa base de datos de secuencias del genoma. Además, las herramientas de diagnóstico son necesarias con el fin de poder identificar epidemias tempranamente y también para certificar que el material de plantación está libre de enfermedades en los invernaderos de cuarentena de cacao (Reading, Miami). Por último, es necesario aumentar los conocimientos sobre la biología de esos patógenos y, en particular, sobre sus efectores, lo cual podría conducir a mejores estrategias de resistencia en los programas de mejoramiento genético. En este contexto, la secuenciación de los principales genomas y transcriptomas de patógenos del cacao, así como la re-secuenciación de múltiples aislamientos del mismo patógeno, pueden aportar una valiosa contribución a la cría de cacao.

## **Papel de la Universidad Nacional de Colombia en el fortalecimiento de la cadena de valor del cacao en el país.**

Dr. Esperanza Torres-Rojas

Facultad de Ciencias Agrarias - Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.

E-mail: etorresr@unal.edu.co

### **Resumen**

La Universidad Nacional de Colombia (UNAL - fundada en 1867) es una universidad pública perteneciente al Estado y es la más grande del país con más de 44.000 estudiantes (40.000 estudiantes en pregrado y 4.000 de postgrado), 430 programas académicos, incluyendo 96 diplomas de posgrado, 67 especializaciones académicas, 36 especialidades médicas, 161 maestrías, 58 doctorados y 931 grupos de investigación. La UNAL cuenta con ocho campus (Bogotá, Medellín, Manizales, Palmira, Leticia, San Andrés, Arauca y Tumaco) y es la número 9 en el ranking QS de universidades de América Latina. El papel de la UNAL en el fortalecimiento de la Investigación Agropecuaria tiene un tremendo impacto en el país, ya que les proporciona a los profesionales una formación de alto nivel para desarrollar el conocimiento científico y contribuir a la solución de los problemas del sector agropecuario. En Colombia, el cultivo del cacao es un cultivo importante, en particular para los pequeños agricultores (3.3.ha en promedio) y representa una oportunidad para mejorar la calidad de vida de los pequeños cacaocultores y aumentar los niveles de exportación de cacao en el país. De hecho, el cultivo del cacao ha sido considerado una de las alternativas productivas viables para la era del postconflicto, así como para sustitución de cultivos ilícitos. Sin embargo, es necesario superar las principales limitaciones agronómicas del cultivo. Dichas limitaciones se relacionan con la productividad y aspectos competitivos, incluyendo la edad de los materiales de siembra (principalmente híbridos, con 60% de ellos a lo largo de 20 años), bajo rendimiento (0.5t.ha-1), bajas densidades (menos de 1000 pl.ha- 1) y la susceptibilidad a enfermedades. Además, existe una mala gestión de los sistemas agroforestales y de la elaboración del grano. Para aumentar la productividad de manera sostenible, es necesario fortalecer cada uno de los eslabones de la cadena de valor del cacao, lo cual incluye el establecimiento de la cosecha, la cosecha y el desarrollo de los aspectos socioeconómicos, políticos y jurídicos de la cadena . Por estas razones, es prioritario comenzar a trabajar en educación, investigación, producción y promoción de la cadena de valor del cacao a nivel nacional. El objetivo del presente seminario es el de presentar el trabajo interdisciplinario que viene realizando la Facultad de Ciencias Agropecuarias para incrementar la competitividad del cultivo de cacao en Cundinamarca (Yacopí y Nilo), a través de un mejoramiento tecnológico de la producción en sistemas agrícolas de pequeña escala, y presentar los nuevos proyectos relacionados con la diversidad genética del cacao, su ecofisiología y la calidad de la fruta; nutrición de las plantas y fertilidad del suelo; las enfermedades y plagas del cacao y su control biológico.

## **Corrección de la acidez en el suelo y su importancia en el desarrollo de plántulas de cacao.**

**Alejandro Gil Aguirre**

Compras y Fomento Agrícola, **Compañía Nacional de Chocolates S.A.S.**

Carrera 43 a No 1 Sur 143 Medellín-Colombia

Correo: [agil@chocolates.com.co](mailto:agil@chocolates.com.co)

### **Resumen**

Los suelos son considerados fuertemente ácidos cuando el nivel del pH es inferior a 5.5, condición bajo la cual las especies iónicas de Aluminio se encuentran disponibles para las plantas en la solución del suelo, generando limitantes para las plantas. En Colombia se ha estimado que el 80-85% de los suelos son ácidos por lo que se hace necesario evaluar la aplicación de diferentes enmiendas en la corrección del pH del suelo y el desarrollo de plántulas de cacao.

La investigación se llevó a cabo en la Granja Yariguíes (Barrancabermeja, Santander), se utilizó semilla para patronaje (IMC-67 x CAU-39), sembradas en un suelo proveniente de una finca cacaotera con un pH de 4.81, bajo condiciones de invernadero. Se utilizó un Control (Co, sin encalante) y cinco tratamientos: (t1) Carbonato de calcio 22.1 ton/ha, (t2) Silicato de magnesio 22.1 ton/ha, (t3) Carbonato de magnesio 18.6 ton/ha, (t4) Hidróxido de calcio 16.0 ton/ha y (t5) Hidróxido de calcio y de magnesio 14,8 ton/ha, los cuales fueron aplicados de manera superficial al suelo. 1 mes después se evaluó el pH del suelo a tres profundidades (0-7, 7-14 y 14-21 cm) y se sembraron plántulas de cacao de 15 días de edad. Después de 4 meses se midieron parámetros biométricos tales como: diámetro y longitud del tallo, longitud de raíz y biomasa y nuevamente se midió pH. Los resultados encontrados para la corrección de acidez en suelos 0-7 cm de profundidad mostraron que para el tratamiento de Silicato de magnesio no se mantuvo el incremento de pH después de 4 meses de aplicación (pH a un 1 mes 5.11, a los 4 meses pH 4.87) este disminuyó al igual que el control (pH a un 1 mes 4.81, a los 4 meses pH 4.36); en los demás tratamientos el pH incrementó. Para la profundidad de 7-14 cm para el tratamiento con Carbonato de calcio el pH se mantuvo en el tiempo (pH a un 1 mes 5.73, a los 4 meses pH 5.59), mientras que para el Hidróxido de calcio y magnesio incremento (pH a un 1 mes 4.84, a los 4 meses pH 5.63); para los demás tratamientos el pH disminuyó. En la profundidad de 14-21 cm el pH disminuyó para todos los tratamientos. Los parámetros biométricos de las plantas no presentaron diferencias significativas. Los encalantes en general muestran una efectividad en el incremento del pH para la profundidad de 0-7 cm.

**Ingeniero Agrónomo Universidad de Caldas especialización en agroindustria tropical Unesp Jaboticaba**

Juan Carlos Arroyave Giraldo  
CASA LUKER

**Resumen**

El enfoque comercial de casaluker en el mercado internacional está basado en el desarrollo de derivados del cacao fino y de aroma , a lo largo de casi 10 años de presencia en el mercado se ha alcanzado un reconocimiento por el desarrollo d productos a base de cacao e investigación de cacao fino colombiano, lo cual ha permitido la presencia en 27 países y tres continentes. La investigación ha sido un baluarte importante para el desarrollo comercial y ha sido abordada bajo dos aspectos:

- Evaluación y selección de variedades de cacao fino de aroma de buen desempeño agronómico
- Caracterización sensorial y química a fondo de las variedades de manera individual y las mezclas presentes en los territorios productores de cacao en Colombia

Los dos aspectos anteriores permitieron casaluker presentar una propuesta de modelo de siembra de cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales que permiten sostenibilidad pero aseguran calidad y rentabilidad para el productor.

La presentación relata los procesos de investigación con alta especialización como el genoma de cacao y la caracterización química aromática que sustenta la propuesta de valor de casa luker al sector cacaotero de Colombia y el mundo.

## Resultados de investigación de los principales agentes causales de enfermedades del cacao en Colombia y su proyección

Yeirme Yaneth Jaimes Suárez  
University of Pamplona

### Resumen

En el marco de desarrollo del proyecto titulado “Estrategias de manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de Cacao” se desarrollaron actividades de investigación para generar conocimiento de las poblaciones de los principales insectos plaga y patógenos en Colombia, seguido de la validación de diferentes estrategias para su control. Los resultados más relevantes generados son: 1- Diferenciación de la estructura poblacional de *M. royeri* en dos grupos asociados por origen; 2 – Modelos lineal generalizados con distribución de quisi-poisson de las epidemias de *M. royeri* y *Phytophthora palmivora* con función de ligación logarítmica; 3- Autocorrelación espacial de las epidemias de monilia, evidenciando la necesidad de generar recomendaciones en la distribución de los materiales de cacao en el lote y las localidades de acuerdo con su resistencia, microambientes y topografía del terreno; 4- Diferenciación de la actividad de las enzimas Guayacol-Peroxiadasa (PPO) y Fenol-Oxidasa (POX) de acuerdo con la resistencia a la mazorca negra, indicando su potencial uso como marcadores bioquímicos para la selección por resistencia a esta enfermedad de materiales de cacao; 5- De acuerdo a la eficacia en el control de enfermedades, se seleccionaron los productos comerciales Antrasin® y Manzate® a ser integrados dentro de las estrategias de manejo *P. palmivora* y los productos Nativo® y el Amistar Top® para el control de *M. royeri* por su actividad curativa y protectora hasta 21 días después de su aspersión; 6- En la evaluación de biocontroladores se seleccionó la cepa Bs006 de *Bacillus subtilis* por su eficacia en la disminución de la incidencia y severidad de la monilia, la cual se debe evaluar en ciclos adicionales e integrar a un manejo integrado del cultivo; 7- Para el monitoreo de poblaciones de *Carmenta foraseminis*, las trapas McPhail con proteína hidrolizada se seleccionaron como el método más eficiente; y 8- Debido a que los mayores niveles de daño por *C. foraseminis* se presentan en épocas con mayor precipitación, se sugieren una estrecha relación entre los niveles de precipitación y las capturas de adultos, así como su distribución agregada se asoció con sitios con mayor humedad relativa y el nivel de sombrío. Con base en estos resultados, actualmente se está trabajando en la evaluación de los diferentes métodos de control, llevando en consideración el conocimiento generado, y con el fin de generar estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao.

## **Diagnóstico de los niveles de cadmio en el suelo y su distribución en hojas y frutos de cacao cultivado en Nilo y Yacopí, Cundinamarca**

John Fernando Soler Arias<sup>1</sup>, Martha Cecilia Henao Toro<sup>2</sup>  
Universidad Nacional de Colombia; E-mail: mchenaoto@unal.edu.co

<sup>1</sup> Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrarias

<sup>2</sup> Profesora de la Facultad de Ciencias Agrarias

### **Resumen**

El Cadmio (Cd) es un metal pesado que se encuentra en el suelo en concentraciones generalmente menores de 1 mg/Kg Cd, pero que pueden ser hasta de 16 mg/Kg Cd, según el tipo de roca a partir de la cual se desarrolla el suelo. Un factor que incrementa la acumulación de Cd en el suelo es la aplicación de ciertos fertilizantes y enmiendas. El cacao es una planta acumuladora de este metal pesado, y se han reportado niveles relativamente altos en los granos provenientes de algunos países de América del Sur, como Colombia, Ecuador y Venezuela. El objetivo de este trabajo fue efectuar el diagnóstico de los niveles de cadmio total y disponible en los suelos de algunas plantaciones de cacao de los municipios de Nilo y Yacopí (Cundinamarca), y establecer su relación con los niveles del elemento en el tejido vegetal y con otras variables del suelo. Los resultados muestran una fuerte relación positiva entre el Cd total del suelo y el Cd disponible, evaluado por extracción con DTPA. El orden de concentración de Cd en el tejido vegetal es: hojarasca > hoja > testa y almendra. Más del 70% de los cultivos muestreados en ambos municipios producen almendras con más de 0.6 mg Cd/kg. En el municipio de Yacopí la presencia de Cd en el suelo está relacionada con el material parental, de tipo sedimentario, mientras que el municipio de Nilo, puede haber adicionalmente influencia antropogénica, por el uso de agroinsumos con niveles importantes de cadmio, principalmente las fuentes de fertilización fosfórica y enmiendas calcáreas. Los factores que están asociados con la disponibilidad y la toma de cadmio por la planta son el pH, carbono orgánico, P, Zn y Mn. Es necesario establecer un plan de mitigación que se ajuste a cada sistema de producción y localidad.

## **La investigación en la Federación Nacional de Cacaoteros**

Oscar Dario Ramírez  
Gerente Técnico FEDECACAO

### **Resumen**

Fedecacao hace más de 25 años viene desarrollando en Colombia el programa la investigación para el cultivo del cacao. En la actualidad el gremio desarrolla cinco proyectos de investigación en diferentes áreas del conocimiento como manejo de enfermedades, evaluación de materiales de alto rendimiento fertilización, calidad y productividad. Para ello cuenta con un equipo humano de la más alta calidad de la misma manera cuenta con dos laboratorios uno de calidad y otro de fitopatología ubicados en San Vicente de Chucurí, Santander, y con el apoyo de las 21 oficinas de cacao a lo largo y ancho del país.

De acuerdo a la vigente Agenda Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación se trabaja en 13 líneas temáticas. Uno de los principales logros de la investigación de Fedecacao es la entrega al país de material de propagación de cacao de la más alta calidad, cuyo más claro ejemplo fue el registro de cultivares comerciales de 8 clones realizado en diciembre de 2014. Ellos son el fruto de un riguroso proceso de selección de árboles los cuales se evalúan bajo parámetros agronómicos y de calidad. En cuanto al manejo de la Monilia se están haciendo diversas evaluaciones para hallar alternativas de control a la enfermedad. Se está adelantando la evaluación de estrategias para la disminución del contenido de cadmio y se continúa con la capacitación y el entrenamiento continuo del panel de catación.

## **Resultados de investigación en el tema de mejoramiento genético a través de selección participativa**

Nubia Martínez Guerrero; Edwin A. Gutierrez R.; Oscar D. Ramirez; Diannefair Duarte H; Edith Moreno M.; Oscar M. Gavanoz C.

Programa de Investigación, Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia-Fondo Nacional del Cacao

### **Resumen**

El potencial genético del cacao en Colombia representado en la diversidad genética es patrimonio nacional y requiere esfuerzos conjuntos para su estudio y exploración racional. La Federación Nacional de Cacaoteros -FEDECACAO, a través de la estrategia para la recuperación y conservación así como evaluación de nuevos clones promisorios, basada especialmente en técnicas de mejoramiento participativo como base para la recuperación y salvaguardia de conocimientos, recursos genéticos y patrimonio social, ha generado procesos de conservación de germoplasma y mayor diversidad genética en fincas, promoviendo el empoderamiento por los agricultores. Desde los años 90, FEDECACAO inició el proceso de búsqueda, selección y evaluación de árboles sobresalientes en fincas de agricultores en todas las regiones productoras del país, con la participación de agricultores en la selección de sus mejores árboles. Hasta el año 2016 la Federación ha seleccionado 116 árboles procedentes de 40 municipios, correspondientes a 12 departamentos, entre ellos de la región caribe. El diseño experimental utilizado fue BCA, en hileras de quince plantas registrando diez árboles de cada clon por localidad. Se evaluaron 22 descriptores cualitativos y cuantitativos como rendimiento, respuesta a monilia y calidad en diferentes condiciones ambientales, en las zonas productoras de cacao. Se establecieron los clones con características sobresalientes y fueron evaluados por seis años los componentes del rendimiento la respuesta a enfermedades y como componentes de la calidad del grano. Los datos obtenidos en la evaluación fueron analizados mediante estadística descriptiva y multivariadas. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la amplia diversidad genética de cacao Colombia debe continuar siendo utilizada en la selección de genotipos con características especiales. En 2014 se obtuvo el registro comercial para 8 nuevos genotipos de cacao y poseen características de alto rendimiento, mayor tolerancia a monilia y calidad sensorial, en tanto que Fedecacao continua trabajando en la selección de genotipos de interés para el incremento de la productividad e incentivando nuevas selecciones de materiales promisorios con características de cacao fino de sabor y aroma.



## **Zonificación para cultivos de cacao (*Theobroma cacao*), a escala 1: 100.000**

**Fidel Londoño Stipanovic**

### **Resumen**

El propósito fue elaborar un mapa para identificar zonas aptas para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao a escala 1:100.000, determinando a nivel nacional, zonas con aptitud alta, media, baja y zonas sin aptitud para el establecimiento del cultivo.

La zonificación se basa en los principios del Esquema de Evaluación de tierras (FAO, 1976), las directrices y guías de la Evaluación de tierras para agricultura (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el “Framework for Land Evaluation” (FAO, 2007). Dentro del esquema de evaluación de tierras de la FAO, es necesaria la definición de unidades de tierra y los requerimientos del cultivo, acompañado de una evaluación multicriterio para hacerlo más acorde con la disponibilidad de herramientas actuales de procesamiento, calificación, estandarización de datos, para generar resultados más sólidos frente a otros procedimientos.

La metodología se fundamenta en el desarrollo de tres componentes: físico, socio-ecosistémico y socio-económico, los cuales están conformados en criterios, quienes a su vez están compuestos por variables que los caracterizan. Un criterio es considerado como “el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural”.

La evaluación multicriterio es un método diseñado para valorar de manera estructurada varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse, que en el caso particular, son opciones estratégicas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico. Esta evaluación implica utilizar el Proceso Analítico Jerárquico AHP (Thomas Saaty), para formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. Este método permite que los expertos consultados, puedan estructurar un problema multicriterio de forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

Con lo anterior, se procede elaborar el modelo cartográfico para representar en mapas cada criterio con la información sobre zonas aptas y no aptas para el desarrollo del cultivo. Esto implica el uso de herramientas de análisis espacial, que se ejecutan sobre capas de información para producir una nueva capa. Este modelo tiene como insumos iniciales los mapas por criterio para cada componente, las exclusiones y condicionantes legales y la integración de todas las capas ponderando su valor de acuerdo al resultado del análisis multicriterio.

Se identificaron 22 criterios (9 físicos, 5 socioecosistémicos y 8 socioeconómicos) para elaborar el mapa de zonificación de aptitud cacao, el cual arrojó como resultado un total de 19'195.073 ha (16,8%) aptas, de las cuales 4'785.734 ha (4.2%) son A1 (alta), 9.691.757 ha (8,5%) A2 (media) y 4.717.582 ha (4.1%) A3 (Baja).