

Informe anual de actividades **Cenicafé** 2009



FoNC
Fondo Nacional del Café



COMITÉ NACIONAL

Período 1º enero/07-diciembre 31/10

Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro de Comercio, Industria y Turismo
Director del Departamento Nacional de Planeación

Juan Camilo Restrepo Salazar
Mario Gómez Estrada
Carlos Alberto Gómez Buendía
Carlos Roberto Ramírez Montoya
César Eladio Campos Arana
Darío James Maya Hoyos
Jaime García Parra
Héctor Falla Fuentes
Fernando Castrillón Muñoz
Javier Bohórquez Bohórquez
Crispín Villazón de Armas
Ramón Campo González
Jorge Cala Roballo
Hernán Román Calderón
Alfredo Yáñez Carvajal

Gerente General

LUIS GENARO MUÑOZ ORTEGA

Gerente Administrativo

LUIS FELIPE ACERO LÓPEZ

Gerente Financiero

JORGE SUESCÚN POZAS

Gerente Comercial

JUAN LUCAS RESTREPO IBIZA

Gerente Técnico

ÉDGAR ECHEVERRI GÓMEZ

Director Programa de Investigación Científica
Director Centro Nacional de Investigaciones de Café
JAIME ARCILA PULGARÍN (E)

Los proyectos y labores resumidos en el presente documento fueron desarrollados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe, con el apoyo de algunas entidades externas en ciertos casos. Este documento se distribuye internamente en la Federación y a los interesados bajo el entendido de que los derechos sobre las investigaciones son reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida, o transmitida en ninguna forma o a través de ningún medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias y grabaciones o por medio de cualquier sistema de almacenamiento, sin el permiso escrito de la Dirección General de Propiedad Intelectual de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Copyright FNC - Cenicafé 2009 ©.

PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor:

Sandra Milena Marín López - Ing. Agr.

Diagramación y Diseño:

Carmenza Bacca Ramírez

Fotografías:

Gonzalo Hoyos Salazar - Archivo Cenicafé y Disciplinas de Investigación

Impresión:

Editorial Feriva S.A.

ISBN -

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Contenido

13



RESUMEN EJECUTIVO

25



PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA

Ecotopos cafeteros
Suelos y nutrición
Manejo de cafetales
Investigación regional
Controladores biológicos y biodiversidad
Mejoramiento genético
Identificación y manejo de insectos plaga del café
Identificación y manejo de enfermedades del café
Desarrollo y estudios de métodos de muestreo para la caficultura

73



VIABILIDAD ECONÓMICA

Avances en cosecha
Costos de producción

81



CALIDAD Y CAFÉS ESPECIALES

Avances en beneficio
Avances en secado
Calidad del café

87



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS

Especies forestales

97



SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Captura de carbono
Clima
Conservación de suelos
Manejo integrado de arvenses
Controladores biológicos
Entomofauna de la zona cafetera
Manejo integrado de plagas
Biología de la conservación
Sistema integrado de gestión
Tratamiento de residuos líquidos y sólidos de los procesos del café

111



CONOCIMIENTO ESTRATÉGICO

Agroclimatología
Genómica del café
Búsqueda de resistencia a la broca
Genómica del hongo *Beauveria bassiana*
Genética de las enfermedades del cafeto
Perfiles cromatográficas del aroma del café tostado y molido según el sitio de siembra del cultivo
Tecnologías complementarias para la cosecha y beneficio del café

125



DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Documentación
Sistemas
Divulgación y transferencia
Productos de investigación

215



RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS

Informe Anual 2009

Presentación oral

Objetivos

La presentación oral del Informe Anual de Actividades tiene como objetivos

1. Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 2008 y Septiembre de 2009.
2. Destacar principalmente los resultados obtenidos y discutir su importancia en relación con los objetivos de los proyectos y el plan estratégico de la FNC.
3. Se espera que el informe sirva de instrumento de evaluación a la Federación y en particular para Cenicafé, de las actividades de investigación y experimentación.
4. Sirva para compartir la información sobre los avances de las investigaciones con las directivas de la Federación y, muy especialmente, con los Comités Departamentales de Cafeteros.

En el marco del Plan Estratégico 2008-2012, de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, a cargo de Cenicafé se encuentra la Propuesta de Valor Competitividad e Innovación.

Es así como a partir de ésta, Cenicafé estructuró para el año 2009, su Informe Anual de Actividades. Las presentaciones de los resultados de investigación estarán enfocados en las siguientes estrategias:

- Investigación para una caficultura joven, productiva y rentable
- Desarrollos científicos y tecnológicos oportunos y pertinentes
- Mejoramiento de la calidad del café desde la finca
- Iniciativas que generan un impacto positivo en el medio ambiente
- Garantizar la presencia institucional a través de una extensión rural innovadora y eficaz

PROGRAMA INFORME ANUAL ORAL 2009

Noviembre 3 - 6 de 2009

Martes 3 de noviembre

*Competitividad e innovación:
Investigación para una caficultura joven, productiva y rentable*

Moderador: Alvaro Gaitán Bustamante

	Temática	Título	Expositor	
08:00	08:15	Instalación	Jaime Arcila Pulgarín. Director (E) Cenicafe	
RED CLIMÁTICA, ESTUDIOS DEL CLIMA Y SUELOS				
08:15	08:30	Ecotopos cafeteros	Ecotopos cafeteros 107B (Caldas, Risaralda) y 209A (Risaralda y Valle)	José Vicente Baldión Rincón. Agroclimatología
08:30	08:45	Clima cafetero	Red climática y ecotopos cafeteros	Orlando Guzmán Martínez. Agroclimatología.
08:45	09:00	Clima cafetero	Viabilidad del método de la regresión para la estimación de datos faltantes en series de brillo solar	Rubén Darío Medina Rivera. Biometría
09:00	09:15	Conservación de suelos y aguas	Avances en el estudio del movimiento del agua en suelos de ladera	Édgar Hincapié Gómez. Suelos
CAFÉ: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN				
09:15	09:30	Manejo de cafetales	Opciones agronómicas para establecer sistemas estables de producción de café.	Argemiro Miguel Moreno Berrocal. Fitotecnia
09:30	09:45	Café orgánico	Producción y certificación de café orgánico	Fernando Farfán Valencia. Fitotecnia
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS				
09:45	10:00	Sistemas de producción complementarios	Avances sobre el sistema de producción tabaco burley intercalado con café.	José Daniel Tinoco. Investigación y Desarrollo. Coltabaco - Philip Morris
10:00	10:30	Receso		
10:30	10:45	Convenio FEDERACAFÉ-FENALCE-CIMMYT	Avances de la investigación sobre mejoramiento de maíz en la zona cafetera colombiana	Luis Narro. Líder para Suramérica. CIMMYT
10:45	11:00	Convenio FEDERACAFÉ-FENALCE-CIMMYT	Avances de la investigación sobre mejoramiento de maíz en la zona cafetera central colombiana	José Ever Vargas. Fitomejorador. FENALCE
VIABILIDAD ECONÓMICA				
11:00	11:15	Manejo de cafetales	Evaluación económica de tres sistemas de producción de café	César Serna Giraldo. Economía
11:15	11:30	Viabilidad económica o Calidad y Cafés especiales	Avances en el estudio de la identificación de las ventajas y desventajas económicas y sociales de la implementación de la norma de la agricultura sostenible de Rainforest Alliance, en dos regiones cafeteras de Colombia	Félix Trejos Pinzón. Economía. Investigador Asociado. Rainforest Alliance

NUTRICIÓN

11:30	11:45	Eficiencia nutricional en café	Estudio de la eficiencia en el uso del nitrógeno por el cafeto	Juan Carlos López Ruiz. Fisiología
11:45	12:00	Nutrición	Avances en la fertilización química y biológica en zocas de café	Angela María Castro Toro. Fitopatología. Investigador Asociado. Orius Biotecnología.
12:00	13:15	Receso		

Moderador: Juan Carlos García López

MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA

13:15	13:30	Broca del café	Diseño de un método de muestreo para el diagnóstico de la infestación en campo, con el número de frutos brocados	Esther Cecilia Montoya Restrepo. Biometría
13:30	13:45	Broca del café	Producción <i>in vitro</i> del nematodo <i>Steinernema colombiense</i> sp n. parásito de la broca del café	Juan Carlos López Nuñez. Entomología
13:45	14:00	Broca del café	Uso de productos botánicos en el manejo de la broca del café	Diego Alejandro Rivera. Entomología. Investigador Asociado

PLAGAS DEL CAFÉ

14:00	14:15	Otras plagas en la zona cafetera	Aspectos de la biología de la chinche de encaje <i>Dictyla monotropidia</i> , plaga del nogal cafetero	Harold E. Martínez Córdoba. Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Medellín
14:15	14:30	Otras plagas del café	Avances de la cría de <i>Monalonion velezangeli</i> en el laboratorio	Jimena Montilla Pérez. Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Medellín
14:30	14:45	Otras plagas del café	Biología y manejo de <i>Monalonion velezangeli</i> , la chinche de la chamusquina del café	Marisol Giraldo Jaramillo. Entomología
14:45	15:00	Manejo de plagas	Evaluación de diferentes equipos de aspersión utilizados para el control de la broca del café. en relación con la cantidad de gotas que quedan en el operario	Diógenes Villalba Gault. Entomología. Investigador Asociado
15:00	15:30	Receso		

ENFERMEDADES DEL CAFÉ

15:30	15:45	Manejo de enfermedades	Manejo de la llaga macana	Bertha Lucía Castro Caicedo. Fitopatología
-------	-------	------------------------	---------------------------	---

RECOLECCIÓN, BENEFICIO Y SECADO DEL CAFÉ

15:45	16:00	Beneficio Ecológico	Separación de frutos de café por color - Acondicionamiento y alimentación del producto	Jenny Pabón Usaquén. Ingeniería Agrícola. Investigador Asociado
16:00	16:15	Beneficio Ecológico	Separación de frutos de café por color - Identificación y separación	Paula J. Ramos Giraldo. Ingeniería Agrícola. Investigador Asociado
16:15	16:30	Cosecha de café	Avances en cosecha semi-mecanizada del café	Juan R. Sanz Uribe. Ingeniería Agrícola
16:30	16:45	Secado del café	Avances en tecnología para medir la humedad del café en silos, en línea	Liliana López Valencia. Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Medellín

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

16:45	17:00	Beneficio Ecológico	Avances en tecnologías para la evaporación de lixiviados resultantes del beneficio del café	César A. Ramírez Gómez. Ingeniería Agrícola
17:00	17:15	Tratamiento de aguas residuales	Unidad Sanitaria Doméstica Cenicafé	Diego Antonio Zambrano Franco. Calidad y Manejo Ambiental

Miércoles 4 de noviembre

Competitividad e innovación: Desarrollos científicos y tecnológicos oportunos y pertinentes

Moderador: Juan Carlos Herrera Pinilla

		Temática	Título	Expositor
CLIMA ZONA CAFETERA COLOMBIANA				
08:10	08:30	Clima	Clima 2009-2010 en la zona cafetera colombiana	Álvaro Jaramillo Robledo. Agroclimatología
08:30	08:50	Monitoreo de la floración	Distribución de las floraciones de café en las Estaciones Experimentales	José Raúl Rendón Sáenz. Experimentación
ROYA DEL CAFETO				
08:50	09:10	Manejo de enfermedades	Estudios de diversidad de la roya del café. Seguimiento de la epidemia de la roya en el campo	Marco Aurelio Cristancho Ardila. Fitopatología
09:10	09:30	Manejo de la roya del cafeto	Avances en el control químico de la roya del cafeto	Carlos Alberto Rivillas Osorio. Fitopatología
09:30	09:50	Manejo de otras enfermedades	Avances en el control químico del mal rosado y de la mancha de hierro	Andrés Felipe Duarte Cano. Fitopatología. Investigador Asociado. Syngenta
09:50	10:10	Receso		
VARIEDADES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN				
10:10	10:30	Experimentación regional	La producción de semillas de variedades de café mejoradas	Juan Carlos García López. Experimentación
10:30	10:50	Desarrollo de variedades	Selección por calidad en nuevos recombinantes. Variedad Castillo - El Rosario. Observaciones agronómicas de interés en parcelas IPA.	Gabriel Alvarado Alvarado. Mejoramiento Genético
10:50	11:10	Investigación Participativa	Establecimiento de parcelas demostrativas de la Variedad Castillo en predios de caficultores en el departamento de Caldas	Hugo Mauricio Salazar Echeverri. Coordinador Programa Investigación Participativa. Comité de Cafeteros Caldas
11:10	11:30	Manejo de arvenses y fertilización	Avances en la fertilización antes y después del zoqueo. Opciones para el manejo integrado de coberturas vegetales en el cultivo del café.	Luis Fernando Salazar Gutiérrez. Suelos
11:30	11:50	Fertilización foliar	Avances sobre fertilización foliar para café en su fase productiva	Hernán González Osorio. Suelos
11:50	13:30	Receso		

Moderador: Carmenza Góngora B.

BROCA DEL CAFÉ				
13:30	13:50	Broca del café	Biología y dispersión de la broca del café	Pablo Benavides Machado. Entomología
13:50	14:10	Broca del café	Dinámica poblacional de la broca del café	Luis Miguel Constantino Chaure. Entomología
14:10	14:30	Broca del café	Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo	Jenny Tatiana Vera Ardila. Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
14:30	14:50	Cosecha de café	Implementación de la herramienta para asistir la recolección de café en la Estación Central Naranjal	Sonia M. Fiel T. Ingeniería Agrícola. Investigador Asociado
14:50	15:10	Otras plagas del café	Diagnóstico de la situación actual de cochinillas harinosas de la raíz en cafetales de Colombia	Clemencia Villegas García. Entomología
15:10	15:30	Receso		

BENEFICIO Y CALIDAD DEL AFÉ				
15:30	15:50	Beneficio Ecológico	Separación mecánica de frutos verdes y Avances en lavado mecánico del café	Carlos E. Oliveros Tascón. Ingeniería Agrícola
15:50	16:10	Beneficio Ecológico	Avances en la remoción del mucílago del café por medios enzimáticos	Aida E. Peñuela Martínez. Ingeniería Agrícola
16:10	16:30	Calidad del café	Avances en el Proyecto Denominación de Origen "Café de Colombia"	Húver Posada Suárez. Mejoramiento Genético
16:30	16:50	Calidad del café	Calidad y composición química del café según procesamiento y origen	Gloria Inés Puerta Quintero. Calidad y Manejo Ambiental
16:50	17:10	Tratamiento de aguas residuales	Biosistema integrado para el postratamiento de las aguas mieles del café utilizando macrófitas	Nelson Rodríguez Valencia. Calidad y Manejo Ambiental
GESTIÓN DE LA CALIDAD				
17:10	17:30	Gestión Integral de la Calidad	Avances en el desarrollo de herramientas para la Gestión Integral de la Calidad en el sistema de producción de café	Juan Mauricio Rojas Acosta. Programa ETIA

Jueves 5 de noviembre

Competitividad e innovación para mejorar la calidad del café

Moderador: Pablo Benavides Machado

Temática		Titulo Presentación		Expositor
08:15	08:30	CBD, evaluaciones agronómicas, germoplasma	Avances en búsqueda de fuentes de resistencia a CBD, evaluación agronómica y germoplasma.	María Del Pilar Moncada Botero. Mejoramiento Genético

08:30	08:45	Genómica estructural del café	Frecuencia y distribución de elementos transposables en el genoma del café	Juan Carlos Herrera Pinilla. Mejoramiento Genético
08:45	09:00	Manejo de enfermedades	Validación de genes candidatos en interacciones café-roya del cafeto	Alvaro León Gaitán Bustamante. Fitopatología
09:00	09:15	Selección asistida	Validación de marcadores moleculares ligados al gen SH3 de resistencia contra la roya anaranjada (<i>Hemileia vastatrix</i>).	Laura Fernanda González Martínez. Mejoramiento Genético. Investigador Asociado

GENÓMICA DE LA BROCA

09:15	09:30	Broca del café	Caracterización bioquímica y molecular de un inhibidor de las aspártico proteasas de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera:Scolytinae)	Diana María Molina Vinasco. Mejoramiento Genético
09:30	09:45	Broca del café	ARN de interferencia una estrategia en los estudios de genómica funcional para el control de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae).	Carolina Aguilera Galvéz. Mejoramiento Genético. Investigador Asociado
09:45	10:00	Broca del café	Avances en la búsqueda de genes de resistencia a la broca del café	Beatriz Padilla Hurtado. Mejoramiento Genético. Investigador Asociado

10:00 10:30

Receso

10:30	10:45	Broca del café	Enzimas digestivas de la broca (<i>Hypothenemus hampei</i>) al servicio del café	Ricardo Acuña Zornosa. Mejoramiento Genético
10:45	11:00	Broca del café	Análisis proteómico comparativo de dos estados fisiológicos de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> (ferrari)) (Coleoptera:Scolitinae).	Jose David Rubio Gómez. Mejoramiento Genético. Investigador Asociado
11:00	11:15	Broca del café	Uso de genes de resistencia para el control de la broca del café	Carmenza Góngora Botero. Entomología

MODELO CREFT

11:15	11:30	Firmas espectrales en café	Construcción e implementación de firmas espectrales en café	Juan M. Lobo Echeverri. Fisiología. Investigador Asociado
11:30	11:45	Modelo clima café. Modelo CREFT	Datos faltantes temperaturas - Ajuste y validación CREFT	Héctor A. Chica Ramírez. Fisiología. Investigador Asociado
11:45	12:00	Modelo CREFT	Ajuste, validación y ampliación modelo CREFT	Diego Obando Bonilla. Fisiología. Investigador Asociado

12:00 13:30

Receso

Moderador: Clemencia Villegas García

MERCADO DEL CARBONO

13:30	13:45	Mercado del Carbono	Café - Carbono Neutral	Jhon Jaime Arias Hernández. Fisiología. Investigador Asociado
-------	-------	---------------------	------------------------	--

CALIDAD DEL CAFÉ

13:45	14:00	Calidad del Café	Compuestos volátiles asociados a la altitud de siembra del cultivo	Aristófeles Ortiz. Fisiología
-------	-------	------------------	--	-------------------------------

14:00	14:15	Estudios en el area de calidad	Curvas de predicción a compuestos químicos empleando la Técnica de Infrarojo Cercano NIRS. Aplicaciones	Carolina Pérez Henao. Mejoramiento Genético. Investigador Asociado
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS - BPA				
14:15	14:30	Buenas Prácticas Agrícolas en el sistema de producción de café	Implementación del Sistema Integrado de Gestión en buenas prácticas en tres componentes: calidad, ambiental y responsabilidad social, en las Unidades Cafeteras Empresariales - UCAE - del piloto "Jóvenes Caficultores" Componente de Responsabilidad social	María Cristina Chaparro C. Programa ETIA
14:30	14:45	Buenas Prácticas Agrícolas en el sistema de producción de café	Componente Calidad	Gloria Esperanza Aristizábal V. Programa ETIA
14:45	15:00	Buenas Prácticas Agrícolas en el sistema de producción de café	Componente Ambiental	Claudia Rocío Gómez Parra. Programa ETIA
15:00	15:30	Receso		
15:30	15:45	Buenas Prácticas Agrícolas	El Sistema Integrado de Gestión en la Estación Central Naranjal	Giovanny Cuesta Giraldo. Experimentación
ESPECIES FORESTALES NATIVAS				
15:45	16:00	Mejoramiento genético nogal cafetero	Selección de genotipos de <i>Cordia alliodora</i> por productividad y tolerancia al "Arrosetamiento del Nogal"	Eliana Andrea Rincón. Programa ETIA. Universidad Nacional Colombia. Palmira
16:00	16:15	Mejoramiento genético nogal cafetero y guayacán rosado	Capacitación en practicas silviculturales y Establecimiento de parcelas demostrativas de <i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i> con caficultores	Freddy Alberto Sánchez Ocampo. Programa ETIA. Investigador Asociado
16:15	16:30	Mejoramiento genético guayacán rosado	Selección de genotipos y establecimiento de un huerto semillero clonal de <i>Tabebuia rosea</i>	Juan Pablo González Jaramillo. Programa ETIA. Universidad de Nariño
16:30	16:45	Conservación de especies nativas	Desarrollo de especies nativas en los bancos de germoplasma de El Rosario (Venecia), El Tambo, Belén de Umbría y Dosquebradas	Carlos Mario Ospina Penagos. Programa ETIA
ARTRÓPODOS DE LA ZONA CAFETERA				
16:45	17:00	Artropofauna de la zona cafetera	Diversidad de artropofauna, actividad microbiana y propiedades físico químicas del suelo en diferentes sistemas productivos de café	Luis Gabriel Pérez Vanegas. Entomología. Investigador Asociado
17:00	17:15	Artropofauna de la zona cafetera	Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en diferentes sistemas productivos de café	Luz Angela Galindo Leva. Entomología. Investigador Asociado

Viernes 6 de noviembre

Competitividad e innovación:
Iniciativas que generan un impacto positivo en el medio ambiente

Moderador: Carlos Eugenio Oliveros Tascón

		Temática	Título presentación	Expositor
BIODIVERSIDAD DE LA ZONA CAFETERA				
08:15	08:30	Conservación de la Biodiversidad	Relación roble y café en el sur del Huila	Rocío Espinosa Aldana. Biología de la Conservación. Investigador Asociado
08:30	08:45	Conservación de la Biodiversidad	Resultados del proyecto censos participativos de aves	Andrés M. López López. Biología de la Conservación. Investigador Asociado
08:45	09:00	Conservación de la Biodiversidad	Avances en el estudio ecológico de monos nocturnos (<i>Aotus lemurinus</i>) en cafetales	Adriana Guzmán Maldonado. Biología de la Conservación. Investigador Asociado
09:00	09:15	Conservación de la Biodiversidad	Estudio de los mamíferos de Planalto	Liliana Hoyos Montoya. Biología de la Conservación. Pasante Universidad de Caldas
09:15	09:30	Conservación de la Biodiversidad	Grupos de observadores de aves: una estrategia de conservación	Néstor G. Franco Rojas. Biología de la Conservación. Investigador Asociado
09:30	09:45	Conservación de la Biodiversidad	Impacto del proyecto censos participativos de aves en las comunidades	Viviana Gómez Giraldo. Biología de la Conservación. Investigador Asociado
DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA				
09:45	10:00	Informática	Sistema Web de Proyectos	Carlos Hernán Gallego Zapata. Sistemas
10:00	10:15	Informática	Informe Anual de Sistemas 2009	Luis Ignacio Estrada Hoyos. Sistemas
10:15	10:45	Receso		
10:45	11:00	Documentación	Informe Centro de Documentación	Alma Patricia Henao Toro. Documentación
11:00	11:15	Divulgación	Actividades de Divulgación y Transferencia	Sandra Milena Marín López. Divulgación y Transferencia
GESTIÓN ADMINISTRATIVA				
11:15	11:45	Gestión Administrativa y Financiera	Recursos e indicadores de Cenicafé	Luz Miryam Corredor Restrepo. Directora de Gestión Organizacional
11:45	12:15	Gestión Administrativa	Informe de la Dirección 2008-2009	Jaime Arcila Pulgarín. Director (E)

Resumen Ejecutivo



En el desarrollo del Plan Estratégico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafé participa en la propuesta de valor de Competitividad e Innovación, fundamentalmente con la estrategia de “Proveer desarrollos científicos y tecnológicos oportunos y pertinentes”, y está contribuyendo especialmente a desarrollar la agenda de investigación, con el fin de continuar ofreciendo soluciones a corto, mediano y largo plazo a los cambiantes retos de la caficultura y a fortalecer los esquemas de validación e interacción entre los caficultores, el servicio de extensión y la investigación científica.

Durante este año se adelantaron investigaciones que permitieron obtener los siguientes avances:

PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA

Durante el 2009 se actualizaron las series históricas de clima (lluvia, temperaturas, brillo solar y humedad relativa) para diez ecotopos pertenecientes a los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, y se elaboraron las memorias de los ecotopos 106B, 107B y 209A, que cubren los departamentos de Caldas, Risaralda y Valle.

Se inició el desarrollo de un programa para sistematizar la interpretación de los análisis de suelos y las respectivas recomendaciones para la fertilización y el encalamiento de los cafetales. Se espera contar con una primera versión en el primer trimestre de 2010, la cual estará disponible en la página web de Cenicafé para los Extensionistas y caficultores.

Investigaciones relacionadas con la nutrición del café corroboran que la fertilización foliar con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y boro, no aumenta la producción ni afecta la calidad física del grano cuando se aplica como complemento para la fertilización según el análisis de suelos.

A través de la investigación donde se evalúa el efecto del magnesio (Mg) y el azufre (S) en la producción y calidad del café después de la zoca, se registró efecto negativo de la aplicación de azufre (S) cuando éste se aplicó en forma de sulfato de amonio (SAM), especialmente con las dos dosis más altas, comportamiento que se puede relacionar con la acidificación que causa este fertilizante en el suelo, debido a la nitrificación del amonio.

No se encontró efecto de la fertilización del cafetal después del zoqueo sobre la producción acumulada de café cereza ni sobre el factor de rendimiento en trilla. Es posible que este efecto se deba a que en el tallo y las raíces del café después del zoqueo permanecen almacenadas algunas reservas, que permiten el adecuado desarrollo vegetativo y a que la planta pierda capacidad para absorber los nutrimentos del suelo, debido a la alta disminución de la materia seca de raíces mayor al 60%.

En cuanto a los estudios de eficiencia en el uso del nitrógeno por el cafeto, se encontró que la variación en la disponibilidad del elemento, afecta la distribución de la biomasa y el contenido en cada uno de los órganos. En la etapa de crecimiento vegetativo en el campo, se ha encontrado que la eficiencia en la absorción, utilización y uso del N de los genotipos utilizados en el estudio, componentes de la Variedad Castillo®, se deben más al efecto de la disponibilidad de N en el suelo y no a efectos genéticos. Desde un enfoque sistémico, la transformación del N (insumo) en biomasa (producto) en el cafeto fue más eficiente cuando la única fuente de N para este proceso fue el N proveniente de la mineralización de la materia orgánica del suelo.

En la comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales, no hubo diferencias entre intervenir las plantas por surcos o bloques, pero sí en la duración de los ciclos, de tal manera que los ciclos largos fueron mejores que los ciclos cortos. Al considerar la situación fitosanitaria de la caficultura colombiana, con la presencia de la broca, la práctica más adecuada sería zoquear por lotes, a fin de tener un área homogénea, lo cual permite realizar las demás prácticas agronómicas, con eficacia y eficiencia. De otra parte, un ciclo de seis años puede permitir la recolección de cinco cosechas, aprovechando mejor la productividad de las plantas de café.

Cuando se realiza fertilización orgánica al café se obtienen producciones iguales o mayores que cuando se realiza fertilización química o no se hace ningún tipo de fertilización. Para la Estación Central Naranjal la dosis de fertilizante orgánico a aplicar es de 2,5 kg/planta/año en forma de lombricompost, y para la Subestación Experimental El Tambo, la dosis a aplicar es de 3,0 kg/ha/año de lombricompost, fraccionando esta dosis en dos aplicaciones, mitad en el primer semestre y la otra en el segundo semestre del año, en ambas localidades.

La comparación de la producción media de dos cosechas de café indica que cuando se cultiva café con sombrío de guamo y carbonero y guayacán más nogal, con aplicación de fertilizante orgánico, se produce 28,3% más si se fertiliza el café con productos de síntesis.

En cuanto a los sistemas complementarios de producción de café no se encontró efecto de los sistemas de producción frijol relevo maíz intercalado con zocas de café en la producción media, el factor de rendimiento en trilla y el factor de conversión lo cual corrobora resultados anteriores donde el maíz había sido componente específico en sistemas de producción similares. En consecuencia, el sistema de producción frijol relevo maíz intercalado con zocas de café, es factible en términos agronómicos; adicionalmente, se produce maíz, liberando a este sistema de costos al usar tutorado artificial.

En el año 2009, los resultados obtenidos en La Catalina y Paraguaicito permiten afirmar que se dispone de un grupo de híbridos experimentales de maíz, con rendimientos y características agronómicas superiores al rendimiento de aquellos actualmente en el mercado. Como resultado de la investigación FENALCE-FEDERACAFÉ-CIMMYT, además de la variedad ICA V 305, que se viene usando desde hace varios años, los agricultores de la zona cafetera ahora disponen de tres híbridos de maíz de muy buenas características agronómicas, alta resistencia a enfermedades y excelentes rendimientos: FNC 3056, de grano blanco cristalino, y los amarillos FNC 114 y FNC 318. Estas semillas pueden ser usadas tanto en monocultivo como en asociación café-maíz, con altos rendimientos comerciales que, en el caso de FNC 3056, han llegado a las 9 t/ha. Como resultado más reciente, se ha obtenido un nuevo grupo de híbridos sencillos amarillos, altamente resistentes al llamado Complejo Mancha de Asfalto, que conforman una serie denominada Galileos. Nueve de estos híbridos han sido seleccionados para pruebas de eficiencia ante el ICA. Dentro de éstos, en Paraguaicito (Quindío) y La Catalina (Risaralda), se han destacado especialmente los híbridos experimentales GALILEO 33, GALILEO 29, GALILEO 52 y GALILEO 5, con rendimientos entre 8 y 9 t/ha. De ser aprobados por el ICA, se espera poder ofrecer alguno de estos materiales a los agricultores de la zona, a partir del próximo año.

Los clones diferenciales de roya presentes en la Colección Colombiana de Café (CCC) fueron

reorganizados y renovados. De las evaluaciones se destaca que han permanecido libres de roya los diferenciales que pertenecen a las especies *Coffea canephora* (grupo A) y *Coffea congensis* (grupos B y Q), al igual que el híbrido de Timor 832/2 y el híbrido HW 26 (Caturra 19 x Híbrido de Timor 832/1/11). El hospedero diferencial del grupo R (Híbrido de Timor 1343/269), ha mostrado susceptibilidad. El diferencial Matari 849/1 ha mostrado resistencia cuando debería estar entre los que muestran infección.

En cuanto a la selección por resistencia incompleta a roya, se avanzó generacionalmente hasta la F3 de cruzamientos entre selecciones Etiópes, poseedoras de resistencia incompleta, con los derivados de Caturra X Híbrido Timor, para ampliar la diversidad para resistencia, fenotipo, arquitectura de planta y calidad de la bebida. Se han identificado genotipos promisorios de interés para conformar variedades fenotípicamente homogéneas, poseedoras de plantas compactas, ramas cortas y reducida ramificación secundaria en la base de las plantas. Se han estudiado 308 poblaciones F1s, 132 poblaciones F2s y en ellas, se seleccionaron 256 plantas F3s.

Se concluyó la selección de nuevas progenies sembradas, para involucrarlas en la composición de la Variedad Castillo® El Rosario, con el propósito de ampliar su diversidad genética frente a la roya del café y mejorar sus atributos agronómicos.

En parcelas de Investigación Participativa (IPA), localizadas en el municipio de Chaparral (Tolima), vereda El Bosque, a una altitud de 1.750 m, en las que se estudian 36 genotipos para selección de nuevas variedades regionales, se encontró variación entre las progenies evaluadas en cuanto a su reacción de resistencia a la muerte descendente (*Phoma* spp.), enfermedad de común ocurrencia en esta localidad, debido a las condiciones de clima determinadas por la altitud.

Estudios sobre la biología de la broca en el campo, muestran el impacto de los frutos de café infestados caídos al suelo sobre el ataque de los árboles de las siguientes cosechas. Los resultados indican que el mayor efecto se observa a menores altitudes. Un solo fruto brocado en el suelo pudo incrementar la infestación en el árbol hasta en 33% en tres meses, y 61% en seis meses. Se pudo determinar que 30% de los frutos sanos en el suelo se infestaron y produjeron en promedio 75 brocas a 1.200 m.s.n.m. y tan solo 4

brocas a 1.700 m de altitud. Estos resultados son un indicativo del efecto de las variaciones climáticas en las poblaciones de la broca.

Investigaciones sobre la dinámica poblacional de la broca han detectado la dispersión, la densidad de poblaciones y el crecimiento poblacional a través del tiempo, en cafetales al sol y a la sombra. El insecto coloniza inicialmente los bordes de los lotes y en pequeños focos dentro del cafetal, una vez establecida se dispersa gradualmente entre árboles, de forma agregada, durante los primeros tres meses, pero finalmente el insecto invade todo el lote en una distribución aleatoria en el cafetal al sol. A la sombra las poblaciones permanecen agregadas durante el primer año de evaluación. La época de mayor dispersión del insecto fue el mes de abril. Aunque se observó una población similar en los frutos verdes de los árboles en ambos sistemas de producción de café, se contabilizaron mayores poblaciones de broca en los frutos del suelo en el cafetal al sol; sin embargo, el promedio del porcentaje de infestación en el campo fue de 1,5% en el cafetal al sol y 2,1% a la sombra, con el nivel más alto en el mes de julio con 2,2% y 3,8%, respectivamente.

En un tratamiento sin ningún manejo de los frutos que quedan en el cafetal, se estimó una cantidad de frutos en el suelo por hectárea, después del zoqueo, alrededor de 1,4 millones, donde se quedaron aproximadamente 2,9 millones de brocas en el interior de los frutos infestados y se escaparon 1,7 millones de adultos. Con tres estrategias de cosecha sanitaria se estimaron reducciones en las anteriores variables hasta de 84%, 76% y 36%, respectivamente.

En control biológico se está evaluando el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo. Se encontró que la aspersión de una mezcla de cepas reduce en 62% el porcentaje de infestación con respecto a un testigo absoluto, causa una mortalidad de 27% de la broca dentro de los frutos infestados del suelo y disminuye entre 40% y 50% el número de brocas de las siguientes generaciones.

En los estudios relacionados con otras plagas del café se estudió el ciclo de vida de *M. velezangeli* en café, el cual tiene una duración de $56,13 \pm 9,42$ días de huevo a adulto, con una viabilidad huevo-ninfa de 70,25%.

Se están desarrollando estudios de identificación de especies de cochinillas harinosas de la raíz del café

en diferentes departamentos cafeteros del país. Se ha realizado un 73% del muestreo en Caldas, donde se detectó el problema en el 37% de las fincas evaluadas. Los mayores problemas se han observado en Chinchiná, Manizales, Palestina y Anserma, encontrando como especie más común *Puto barberi* (82% de las muestras). En Santander, con el 57% de las fincas muestreadas, se registra una presencia de cochinillas harinosas del 52%, en promedio. El municipio con mayor incidencia es Guadalupe con el 33%. Aunque la especie más común es *P. barberi* (65% de las muestras), es importante la presencia de *Neochavesia* sp. (24%) conocida como Hormiga de Amagá. Estudios preliminares de agentes de control biológico indican que los nematodos *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora* causan una mortalidad de 81% y 56% sobre estas cochinillas.

Por primera vez, en el mundo se registró la babosa *Colosius pulchrus* causando daños en frutos y tallos del cafeto sobre almácigos, plantas productivas y plantas recién transplantadas o rebrotes de zocas. El daño consiste en el raspado de tallos y marchitamiento de cogollos, consumo de pulpa y epidermis de frutos maduros, lo que ocasiona la caída de los frutos de café.

Con el fin de examinar el desarrollo de la epidemia de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) que se detectó desde el año 2008, se realizaron numerosas visitas principalmente en los departamentos de Tolima, Caldas, Antioquia, Cauca y Quindío. Aunque en algunos sitios se midieron niveles de infección mayores al 40% e incluso del 90 al 100%, se pudo apreciar también la importancia del manejo agronómico de los cafetales, ya que en aquellos con buen manejo, control de arvenses, fertilizaciones adecuadas y oportunas, y algún tipo de control de la roya, se apreció la disminución del efecto de la enfermedad sobre las plantas y su producción. A nivel nacional, se observó que la venta de productos para el control de la roya ha sido muy baja, si se considera el área sembrada con variedades susceptibles en altitudes favorables para la enfermedad, e igualmente se pudo constatar que la ineficacia observada en el campo de algunos productos químicos para el manejo de la enfermedad, se ha debido a aplicaciones deficientes o inoportunas, realizando mezclas entre productos incompatibles, aplicando dosis distintas de las recomendadas o ejerciendo un control tardío cuando la epidemia ya está muy avanzada (más del 60% de

nivel de infección). Hasta la fecha, la epidemia actual es causada por una raza o varias razas presentes en Colombia desde hace muchos años, o por una variante de éstas, muy similar genéticamente.

En el control químico de la roya, la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y el mal rosado (*Erithricium salmonicolor*), luego de tres años de evaluación del fungicida experimental Cyproconazol + Azoxystrobin, en dosis de 750 ml/ha, con una frecuencia de aplicación de 45 días y un número de aplicaciones entre dos y tres, se tiene que este producto presenta la eficacia biológica para manejar estas enfermedades, con producciones de café 25% mayores a las registradas en las plantas con ausencia de control. En otras investigaciones, el fungicida experimental Cyproconazol + Thiamethoxan muestra resultados importantes en el control de la roya del café y como bioactivador de las plantas de café cuando se realizan entre dos y tres aplicaciones de ese producto al año, utilizando una dosis de 1 kg por hectárea, con diferencias en producción entre 19% y 27% al comparar plantas tratadas y no tratadas.

En el desarrollo de variedades con resistencia genética simultánea a la roya del café y llaga macana, se seleccionaron 22 progenies en F4 altamente resistentes a los dos patógenos, con buena productividad y características de grano, procedentes de cruzamiento entre variedades de *Coffea arabica* y de los híbridos interespecíficos *C. canephora* x *C. arabica*. Para mejorar el control preventivo de llaga macana durante el zoqueo en época lluviosa, los siguientes productos (con sus respectivos costos de aplicación por hectárea de 5.500 zocas) mejoraron la persistencia del fungicida Derosal (4 cc/L) y mostraron inocuidad en las plantas: pintura anticorrosiva (\$ 49.274), pintura Koraza (\$ 64.906) y Vareta (\$ 52.000). En el estudio de la epidemiología de las llagas radicales, se identificaron 39 focos en fincas cafeteras de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, en los cuales 14 correspondieron a ataques de *Rosellinia bunodes* y 25 a *R. pepo*. Esta última especie se encontró atacando plantas de cacao, macadamia, guamo, caucho, nim, plátano, yuca, aguacate, guayaba, guanábana, gmelina (*Gmelina arborea*), árbol de la cruz (*Browgnea ariza*) y eucalipto. Estos resultados permitirán iniciar la evaluación de materiales por resistencia a la enfermedad, mejorar la detección preventiva del hongo en suelo y manejar hospedantes alternos como fuentes de infección.

Producción de semilla. En el año 2009 se produjeron 77.500 kg de semilla de las variedades mejoradas, de los cuales 59.115 kg correspondieron a la Variedad Castillo®, 17.669 a las Variedades Castillo® Regional, 617 kg a la variedad Tabi y 112,5 a otras variedades. Para el año 2010 el potencial de entrega será de 91.000 kg, basados en una entrega efectiva del 90% para Variedad Castillo® y Variedad Castillo® Regional, de un 70% para Tabi y de un 50% para semilla certificada.

VIABILIDAD ECONÓMICA

En cosecha se evaluó la herramienta Canguaro. En ésta se modificó la férula utilizada para sujetar el aro al antebrazo del operario, empleando cuero en lugar de material plástico y remaches para fijar el aro a la férula. También se realizaron modificaciones al diseño y manufactura del bolso y la manga para disminuir los costos de la tecnología de \$ 80.000 en la actualidad, a menos de \$ 25.000, utilizando materiales de alta calidad, con el fin de favorecer la adopción. Adicionalmente, en la cosecha principal, se evalúa un dispositivo consistente de un canasto tradicional con lonas en su parte superior para aumentar el área de captación y disminuir las pérdidas de café por caída de frutos al suelo, al cual se le puede adicionar la herramienta Raselca para realizar un desprendimiento masivo y obtener mejores rendimientos. En el marco de la IPA en la Estación Central Naranjal se conformó un equipo de 22 personas que utilizan el dispositivo Canguaro (con reformas) para recolectar el café en la cosecha principal, observando: bajas pérdidas por caída de frutos al suelo (en promedio 0,26 frutos/sitio), alta calidad de recolección (en promedio 0,1% de frutos verdes en la masa cosechada), alta eficacia de recolección (en promedio 1,35 frutos maduros sin recolectar/árbol). Adicionalmente, los recolectores han expresado satisfacción con el uso de la tecnología y esperan seguir utilizándola en el futuro.

Se evaluaron tres sistemas de producción en el primer ciclo productivo: Un tallo a 1m x 1m, dos tallos descopados por sitio a 1m x 2m, y un tallo a 1m x 2m. Las mayores utilidades se generaron en los sistemas con un tallo a 1 m x 1m y dos tallos descopados por sitio. La producción de un tallo a 1 mx1m fue mayor en 63,6 @ de café pergamino seco, durante el ciclo con relación a dos tallos descopados por sitio, y como consecuencia se obtienen mayores ingresos para ese

sistema. La producción entre estos dos sistemas no mostró diferencias estadísticas con densidades de siembra de 10.000 plantas/ha, obtenidas con una y con dos plantas por sitio. El valor presente del margen bruto fue mayor para el sistema de un tallo a 1m x 1m, le siguió el sistema de dos tallos descopados por sitio con \$802.582 de diferencia, y por último el sistema de siembra de 1m x 2m, con \$8.931.032 de margen bruto. En la instalación de los cultivos, cuando se siembran plantas a 1m x 2m, descopado o normal, se requieren 51% menos de recursos que el sistema sembrado a 1m x 1m, y para las labores de sostenimiento la reducción fue del 19%.

CALIDAD Y CAFÉS ESPECIALES

En el desarrollo de un método para determinar el punto de lavado del café en el proceso de fermentación, se ha diseñado un dispositivo que permite medir la remoción de mucílago a través de un volumen de control, aprovechando los cambios de densidad aparente a medida que el mucílago se va hidrolizando.

También se está evaluando la utilización del desmucilagador mecánico DESLIM para lavar café proveniente del proceso con fermentación natural, obteniendo resultados promisorios en los primeros ensayos como reducción notoria en el consumo específico de agua (<0,3 L/kg de café seco) y remoción de mucílago superior al 97%.

En cuanto al secado, se continuó la validación del método Gravimet en IPA, en los departamentos de Quindío, Caldas y Risaralda. Se evalúa una metodología para facilitar el empleo del método con altura de capa variable (hasta 2cm). Los resultados indican que el método es adecuado para medir la humedad del café en secado solar y que es fácil de usar por los caficultores.

Se avanzó en el diseño de tecnología para medir en línea la humedad del café durante el secado en silos secadores por diferencias de peso. Se construyeron los componentes electrónicos para recibir la señal de peso de la celda de carga y entregar en una pantalla el valor de humedad correspondiente.

Se desarrolló un aplicativo para diseñar y construir tres modelos de ventiladores para silos secadores

con estándares aceptables, basados en conceptos de ingeniería. Se espera que lo utilicen en talleres rurales para fabricar tecnología de alta calidad, acorde a las necesidades y posibilidades económicas del caficultor.

Se desarrolló un controlador de caudal de aire y temperatura del aire de secado que permite mantener el consumo específico de combustible sin importar la altura de capa a secar, para permitir la operación eficiente de los equipos (energía eléctrica y térmica). Se observaron reducciones en los costos de secado hasta del 10%.

En el secado solar, se construyó un nuevo modelo de secador tipo túnel con menor volumen de cámara de secado, utilizando componentes metálicos de bajo costo, con los cuales se busca facilitar su construcción en las fincas, disminuir el costo/m² y el tiempo de secado.

En cuanto al efecto del tipo de beneficio del café, se comparó la calidad del café según los métodos de procesamiento: vía húmeda (despulpado, fermentación, lavado y secado), vía seca (secado como fruto) y *descascado* (despulpado y secado con el mucílago), con los cuales se confirmó la influencia del tipo de beneficio en la calidad del café, y se demostró que las mejores calidades de café se obtienen mediante la fermentación natural, con un 93% de tazas aceptadas y frecuencia de sabores suaves, dulces y balanceados, y menores rechazos. Se concluye que para condiciones ambientales secas y procesos controlados de la calidad de la materia prima, y con el uso de capas delgadas de café en el secado, sería posible procesar los frutos por vía seca o secar el café con el mucílago adherido para obtener algunos sabores especiales, aunque las características de calidad del café producido con estos procesos no alcanzarían los estándares de calidad del café de Colombia, que se obtienen cuando se procesa por la vía húmeda.

De acuerdo con los estudios de calidad del café se encontró que los elementos más abundantes en el grano de café después del C, H y O son: N, K, S, Mg, Ca y Na, y los elementos que se encuentran en menor frecuencia son As, Sc, Pd, Sb, Be y Bi, por debajo de 2 ppb en promedio. Los elementos más variables en el grano de café verde de variedad Colombia son Al, Ti, Tl, Pb, Te, Ga, V, Se, Cd, As, Pd, SB, Be y Bi. Los

elementos menos variables en el grano de café verde de variedad Colombia son K, S, Mg, P, Ca, Na, Fe, Cu y Zn, los cuales son constituyentes principales de las plantas, excepto el elemento La. Estos elementos químicos no permiten diferenciar la calidad del café entre los factores de estudio. Además, se observó que los valores máximos de algunos elementos pueden estar asociados a las prácticas agronómicas y procesos de los sitios de procedencia de las muestras de estudio en Colombia.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS

Se seleccionaron los genotipos de *Cordia alliodora* de mayor productividad: R-I-1-3 en Chinchiná (Caldas), Belén de Umbría (Risaralda) y Pueblo Bello (Cesar), R-I-1-1 en Fredonia (Antioquia), R-I-9-1 en Líbano (Tolima) y R-I-7-1 y R-V-1-5 en Floridablanca (Santander). La evaluación fenotípica de los genotipos establecidos bajo alta presión de inóculo de la enfermedad del arrosamiento del nogal, permitió obtener 20 genotipos resistentes a dicha enfermedad. Los materiales R-IV-1-3, R-I-1-1, R-I-7-1, R-I-9-1 y R-I-2-2 son promisorios para la realización de cruces dirigidos por su alta productividad; al igual que A-I-2-3, R-III-3-2 y T-I-1-3 que fueron resistentes a la enfermedad.

En guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) se realizó la selección de 23 individuos de mayor productividad (m^3/ha), a los 10 años de edad, dentro de los ensayos de progenie, basados en los siguientes criterios: buen estado fitosanitario, altura total >10 m, diámetro normal a 1,30 m >15 cm y altura de bifurcación >2 m. Con base en estos criterios se clonaron 11 árboles, uno proveniente de un banco de germoplasma y diez provenientes de la Costa Atlántica. Se seleccionaron los diez mejores injertos de cada código y se sembraron dentro del huerto semillero clonal, con una supervivencia del 100%, después de 40 días.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

En los estudios asociados con el cambio climático y el mercado del carbono, se ajustó la nueva versión de la calculadora que permite realizar la contabilidad de emisiones y fijaciones de Gases de Efecto Invernadero en las fincas, se actualizaron aspectos

relacionados con su programación y parámetros que deben ser tenidos en cuenta para realizar los cálculos. Así mismo, se llevó a cabo el análisis y evaluación de las Normas ISO 14064 e ISO 14049 y el protocolo PAS 2050; análisis que permitió obtener una nueva versión de lista de chequeo para ser aplicada en la finca y ajustar la metodología de caracterización de emisiones y fijaciones en diferentes dependencias de la FNC.

Se ha venido ajustando el modelo CREFT, incorporando parámetros relacionados con la temperatura fisiológica óptima para las diferentes especies, incluido el cafeto. Se han hecho avances importantes en aspectos relacionados con la obtención de las firmas espectrales del cafeto de acuerdo con la variedad y edad, inicialmente creciendo bajo libre exposición solar, lo cual indica que es posible utilizar esta información en conjunto con la de sensores remotos, para la identificación de las condiciones de cultivo en la zona cafetera colombiana.

En cuanto a la variabilidad climática registrada en la zona cafetera, se estudió la relación entre las temperaturas superficiales del océano Pacífico en la región, conocida como El Niño 3.4, medida con el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia mensual de la zona cafetera de Colombia. Se encontraron relaciones lineales entre las cantidades de lluvia mensual y el Índice Oceánico para los meses de diciembre a febrero y de julio a septiembre, períodos considerados históricamente como meses de baja precipitación. Así mismo, se estudiaron los cambios en los componentes del balance de energía en tres coberturas tipo de la zona andina de Colombia (bosque, cafetal y pastizal), para cuantificar los aumentos potenciales de la cantidad de energía empleada para calentar el aire, como flujos de calor sensible y disminuciones en la energía empleada en la evapotranspiración e intercambio de vapor de agua como flujo de calor latente. Se observó que hay modificaciones en la cantidad de radiación neta en cada una de las tres coberturas debido al cambio en el albedo superficial, al aumento del flujo de calor sensible y a la disminución en el flujo de calor latente en la cobertura de pasto. Igualmente se presentan cambios en la relación de *Bowen*, lo que indica mayor cantidad de energía disponible para calentar el aire y menor cantidad de energía disponible para el intercambio gaseoso.

En cuanto al manejo de arvenses se refiere, continúa la investigación sobre la interferencia de coberturas vegetales con el cultivo del café. Se ha observado que el *Arachis pintoii* es una especie promisoría por su baja competencia con el cultivo y por su participación en el ciclaje de nutrientes. Además, se vienen efectuando algunos ajustes al equipo selector de arvenses; la herramienta mejorada, ha mostrado ventajas comparativas con los modelos anteriores, puesto que facilita la operación, su mantenimiento es rápido y sencillo, y evita al máximo el contacto del operario con el herbicida al momento del mantenimiento.

Con la certificadora *Rainforest Alliance* (RA) se viene estudiando la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en fincas certificadas y no certificadas en regiones cafeteras de Colombia. Se realizaron muestreos en 24 fincas de Cundinamarca y en un bosque de referencia. Se encontraron 5.859 ejemplares de 22 órdenes, 108 familias y 322 morfoespecies; se determinó que 70% de las fincas certificadas presentaron buena calidad de agua, mientras que este valor en las no certificadas fue de 35%. Igualmente, se está estudiando la diversidad de artropofauna y actividad microbiana del suelo en fincas certificadas por el sello *Rainforest Alliance* y fincas no certificadas, en agroecosistemas cafeteros. Se muestrearon 54 fincas en el departamento de Cundinamarca y se recolectaron 14.047 individuos de 964 morfoespecies y 28 órdenes. El análisis no permitió detectar diferencias significativas entre la riqueza de especies, diversidad y actividad microbiana entre tratamientos; sin embargo, se observó que las fincas certificadas tienen una mayor abundancia en ordenes como Collembola, Isopoda, Hymenoptera y Dermaptera, que son grupos que presentan una gran diversidad en hábitats poco disturbados o conservados.

Durante este año, Cenicafé continuó con el proyecto de los censos participativos de aves que se adelanta bajo un convenio con The Nature Conservancy y el apoyo del U.S. Forest Service, trabajando con comunidades cafeteras del Huila, Cundinamarca, Tolima, Quindío, Caldas y Santander. Así mismo, se desarrollaron las tareas del proyecto de evaluación de la adopción de norma de agricultura sostenible, que se realiza como parte de un convenio con *Rainforest Alliance* y el apoyo económico de UNDP y el Proyecto Environ.

Dentro del proceso de Mejoramiento Continuo del Sistema Integrado de Gestión en Buenas Prácticas –

SIG, en la Estación Central Naranjal se inició en asocio con el área de Tecnología de la Federación Nacional de Cafeteros, un proyecto para el desarrollo e implementación de un sistema de trazabilidad, captura automática de información, empaque y etiquetado en el sistema de producción de semilla Variedad Castillo® (convencional y orgánica). El objetivo es desarrollar un sistema en ambiente WEB que soporte la gestión y control de la trazabilidad en la producción y distribución de semilla. Durante el 2009 se realizó la caracterización de todos los procesos. Para el primer semestre del 2010 se tiene dispuesto contar con el sistema de trazabilidad (*Seedtrack*) que se articulará con el sistema de trazabilidad desarrollado por la FNC (*Systrack* y *Beantrack*).

A partir de la experiencia en la implementación del piloto, específicamente con la recolección de envases vacíos de agroquímicos, se amplió la cobertura de recolección de envases a todo el departamento de Caldas, en asocio con el Comité de Cafeteros de Caldas, Cooperativas de Caficultores de Manizales, Anserma, Alto de Occidente, Aguadas y Norte de Caldas, la Alcaldía Municipal de Anserma, la Fundación Ecológica y Codesarrollo, con el liderazgo de la Corporación Campo Limpio y Cenicafé. A la fecha se han realizado jornadas en 18 municipios y se han recolectado 4.036,3 kg de residuos peligrosos.

Se realizó la definición y estructuración de procedimientos estandarizados aplicables al sistema de producción de café. Durante este año se desarrolló la segunda edición de este material. Los procedimientos generados fueron: (1) Manejo de aspersoras; (2) Calibración y mantenimiento de aspersoras, (3) Manejo del selector, (3) Mantenimiento del selector, (4) Manejo de guadañas y motosierras, (5) Mantenimiento de guadañas y motosierras, (6) Triple lavado, (7) Manejo de derrames de agroquímicos y combustibles, (8) Seguridad en el manejo de productos químicos.

En esta misma línea el Equipo Técnico de Normalización participó en el desarrollo de cinco de los módulos del curso virtual titulado *Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café*, proyecto liderado por la organización Solidaridad. También se participó en conjunto con la Gerencia Comercial y la Fundación Manuel Mejía, en la elaboración de material promocional y de herramientas lúdicas para la sensibilización y la capacitación de los caficultores en aspectos relacionados con el Código 4C por

intermedio del Servicio de Extensión. Este material está compuesto por el Afiche y calendario, la herramienta didáctica “Concéntrate”, y el juego de mesa Código 4C “Recorriendo nuestra tierra cafetera”.

En cuanto al tratamiento de residuos líquidos y sólidos de los procesos del café, mediante postratamientos de aguas residuales del beneficio con las macrofitas *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Typha angustifolia* y *Salvinia auriculata* se logró eliminar carga orgánica, sólidos solubles totales (SST), nitrógeno total (N_T), fósforo total (P_T), potasio (K), azufre (S) y coliformes totales y fecales, de las aguas mieles tratadas anaerobiamente. Para valores de DBO_5 superiores a 562 ppm y cargas orgánicas mayores a 785 kg de DBO_5 /ha-día se inhibió el crecimiento de las plantas. La utilización de policultivos presentó ventajas respecto a los monocultivos, la biomasa de plantas flotantes puede utilizarse para la producción de abono. Así mismo, se continuó con los cursos de capacitación del personal del Servicio de Extensión y de caficultores en el diseño, montaje, arranque y operación de Sistemas de tratamiento de aguas mieles y lixiviados provenientes de la tecnología Becolsub (Quindío, Cauca, Nariño, Caldas, Antioquia y Risaralda), para mejorar y así alcanzar la certificación ambiental de sus cultivos.

CONOCIMIENTO ESTRATÉGICO

La red meteorológica de la FNC tuvo en funcionamiento un total de 235 estaciones meteorológicas de la siguiente manera: 57 estaciones climatológicas principales, 7 estaciones helioplumiográficas, 1 estación heliográfica, 8 estaciones pluviográficas y 162 estaciones pluviométricas.

Actualmente, el sistema de bases de datos del proyecto del Genoma del café, la broca del café y del hongo biocontrolador *Beauveria bassiana*, contiene alrededor de un millón de registros. Estos datos incluyen 31.473 unigenes de la especie *C. arabica*, 11.652 de *C. liberica*, 6.921 de *Hypothenemus hampei*, 12.420 de *H. obscurus*, 7.084 de *Beauveria bassiana* y 80.058 secuencias BES de *C. arabica*.

Para café, se obtuvo un mapa con 22 grupos de ligamiento representativos de los 22 cromosomas, así como la primera versión del mapa físico con 2.087 contigs de clones BACs. La estructura poblacional de la

Colección de Germoplasma de Café fue determinada mediante la genotipificación de 670 accesiones con 50 microsatélites. Se han seleccionado 117 materiales de la Colección por características sobresalientes en compuestos químicos, análisis sensorial, tamaño de grano y comportamiento espectral. Se encontraron asociaciones significativas entre marcadores y las características arquitectura de la planta, tamaño y peso de grano, y compuestos químicos asociados al perfil sensorial y resistencia a la roya del cafeto, importantes para procesos de producción de variedades mediante selección asistida.

Líneas F5 mostraron diferencias en calidad sensorial y compuestos químicos entre localidades para cafeína, trigonelina, sacarosa, lípidos y ácidos clorogénicos. Los aminoácidos SER, PHE y ASN presentaron un efecto genotípico altamente significativo, importante para futuros procesos de selección. En granos de café verde los lípidos totales y ácidos grasos mayoritarios (palmítico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico, araquídico y behénico) mostraron diferencias significativas entre genotipos élitos y localidades y en la interacción genotipo x localidad. Los aminoácidos también pueden ser elementos discriminantes por origen geográfico. Se integraron los datos obtenidos a la base de datos del NIRS.

En resistencia a la broca, los niveles de disminución de ovoposición se mantuvieron significativos en dos introducciones de Etiopía (15-17%), cuatro de *C. liberica* (21-23%) y tres de las progenies kawisari (arabica x liberica) con 22%-24%, y se identificó un genotipo etíope de *C. arabica* con actividad inhibitoria de la mananasa. Entre los genes candidatos de resistencia de *C. liberica* se han validado diez, de los cuales siete se inducen diferencialmente ante el ataque de broca. Estudios de las propiedades insecticidas de inhibidores de *Lupinus bogotensis* mostraron que fueron altamente efectivos contra aspártico proteasas del tipo IPL de *H. hampei*. En un primer paso hacia el entendimiento de los mecanismos moleculares de regulación de floración del cafeto, se detectaron siete genes ortólogos en las especies *C. arabica*, *C. canephora*, *C. liberica* y *C. kapakata*.

En el conocimiento de la broca, estudios citológicos y genéticos evidenciaron que los machos de *H. hampei* contienen información genética adicional, y por lo tanto, tienen potencial de transmitir información genética a sus descendientes, lo que puede ser relevante para una estrategia de control genético. El

silenciamiento de los genes de mananases, xilanasas y citocromos p450 por la técnica de RNAi tuvo un efecto significativo en el ciclo de vida de *H. hampei*. El uso de estas proteínas con fines industriales permitió la remoción de sedimentos en el proceso de producción de café liofilizado. Se compararon librerías genéticas de la broca del café, falsa broca y la especie modelo *Tribolium castaneum*, encontrando que 37% de los unigenes de broca fueron similares al 21% de los unigenes de falsa broca, y que las secuencias de broca corresponden entre el 20% y el 30% del transcriptoma de *T. castaneum*. Se detectaron genes con dominios transmembranales típicos de proteínas receptoras de olor en broca del café.

Con respecto al controlador biológico *Beauveria bassiana*, la cepa de alta virulencia Bb9205 produce tres veces más proteasas que Bb9024 de baja virulencia. En Bb9205 se encontró el gen Cyclophilina, el cual se ha reportado en otros hongos como factor de virulencia. Mediante inducción por estrés osmótico se identificó una epóxido hidrolasa, relacionada con baja actividad del agua (Aw), importante para incrementar la resistencia del hongo a la baja humedad. Dos de cepas transformadas con esterasa presentaron porcentajes de supervivencia mayores bajo radiación UV que los controles. Estos hallazgos son relevantes para mejorar el desempeño del hongo en el campo.

Por medio de la técnica micro-extracción en fase sólida (SPME) se han podido identificar 122 compuestos del café tostado y molido, de los cuales inicialmente se separaron los compuestos alifáticos livianos como aldehídos y cetonas. Los compuestos heterocíclicos representaron la principal familia de compuestos en los volátiles aislados, con un 39,7%, seguidos por las cetonas y aldehídos alifáticos con 27,8% y 17,1%, respectivamente. El siguiente grupo está conformado por las cetonas y los aldehídos alifáticos, que presentan en conjunto aromas dulces, caramelos y tostados, de los cuales se identificaron, en todas las muestras de café tostado y molido, el 2- y 3-metil butanal, 2-butanona, 2,3-butanodiona, 2,3-pentanodiona, entre otros. Estos compuestos carbonílicos y otros, relacionados estructuralmente, han sido reportados como componentes "clásicos" en el aroma del café. De los 122 compuestos identificados, se seleccionaron 16 compuestos teniendo como criterio principal su importancia en el aroma del café tostado y molido, y como secundario el hecho que no se encuentren correlacionados estadísticamente.

Con estos compuestos se logró tener un modelo que permite determinar la altura de siembra del cultivo.

En relación con los avances en las tecnologías complementarias para la cosecha y beneficio del café, se ensamblaron los componentes de la máquina separadora de frutos por color, desarrollado con el apoyo de Colciencias, con un buen funcionamiento de cada uno de ellos: alta eficacia de separación de flotes (>98%), alta eficacia de separación de frutos en racimos (100%), alta eficacia en la detección de frutos de café en los estados de verde, pintón, maduro y sobremaduro (>90%). Actualmente se realizan ajustes al sistema de alimentación de frutos (individual) y de eyección. Los resultados obtenidos son promisorios y se considera que esta tecnología podría ser de gran valor para obtener, consistentemente, café de alta calidad e inclusive nuevas calidades.

DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Durante el año 2009 se publicaron los Avances Técnicos 376 al 386 y la Revista Cenicafé Vol. 59 Nos. 3 y 4 y Vol. 60 No. 1. Se publicaron los Boletines Técnicos Nos. 32, 33 y 34, relacionados con la nutrición y fertilización de cafetales, la biodiversidad en los paisajes cafeteros de El Cairo (Valle del Cauca) y el Modelo para simular la producción potencial del cultivo del café en Colombia. Este año se entregó el Anuario Meteorológico Cafetero 2007, se publicó el Informe Anual de Actividades de Cenicafé 2008, y se editó y diseñó el libro de las Memorias del Seminario Científico "Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI". Como apoyo a otras dependencias de la Federación Nacional de Cafeteros, Cenicafé participó en el diseño de la imagen de la 7ª Feria de Cafés Especiales del 2010, del Comité de Cafeteros de Caldas.

Se dictaron dos talleres y 37 reuniones técnicas con extensionistas y caficultores. En total en la sede central de Cenicafé se atendieron 3.095 visitantes, entre los que se destacan 1.626 caficultores y extensionistas y 199 visitantes extranjeros. En cuanto a las visitas atendidas en las Estaciones Experimentales de Cenicafé, con relación al año 2008, el incremento de atenciones fue del 45%, al pasar de 9.200 a 13.300. La Subestación que presentó mayor dinámica en actividades fue Líbano, que atendió el 39% del total de visitantes; Naranjal y Rosario le siguieron con el 17% y 13%, respectivamente.

En cuanto a la distribución de las publicaciones al Servicio de Extensión, caficultores y suscriptores nacionales e internacionales, se entregaron 125.325 publicaciones.

Se destaca el desarrollo de un módulo de diagnóstico fitosanitario, disponible en la página web de Cenicafé, el cual permite llegar a obtener un diagnóstico preliminar de la enfermedad, sus síntomas, la prevención y el tratamiento, dadas la etapa de cultivo, el órgano de la planta y la descripción física/apariencia de la enfermedad. Actualmente, contiene 72 diagnósticos para 33 enfermedades distintas y se espera incluir otros desordenes fisiológicos. Este sistema está siendo evaluado por las Disciplinas de Fitopatología y Fisiología, para ser utilizado por el Servicio de Extensión de la FNC.

Cenicafé logró que Colciencias incluyera el Centro de Documentación dentro del consorcio que viene liderando para que las bibliotecas universitarias tengan acceso a la base de datos Science Direct, con lo cual se incrementa el número de publicaciones periódicas a las que tienen acceso los investigadores.

RECONOCIMIENTOS A CENICAFÉ

Durante el 2009 fueron otorgadas cinco becas Fulbright para adelantar estudios de doctorado en la Universidad de Cornell. Los candidatos fueron:

Carlos Maldonado. Admitido para adelantar estudios de PhD bajo la dirección del Profesor Rod Wing, Director del Instituto de Genómica de Arizona, de la Universidad de Arizona.

Sandra Idárraga. Admitida para adelantar estudios de PhD bajo la dirección del Profesor Carlos Bustamante, Director Asociado del Centro de Genómica Comparativa y Población, de la Universidad de Cornell.

Claudia Sanabria. Admitida para adelantar estudios de PhD bajo la dirección del Profesor Rick Amasino, Departamento de Bioquímica, Universidad de Wisconsin.

Alveiro Salamanca. Admitido para adelantar estudios de PhD bajo la dirección del profesor William Horwath, Vicepresidente del Departamento de Tierra, Aire y

Recursos Hidráulicos, JG Boswell Cátedra en Ciencias de la Tierra, Universidad de California, Davis.

Gloria María Lentijo Jiménez. Admitida para adelantar estudios de MSc en Ecología, en la Universidad de Florida.

En el XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN en Medellín, fueron merecedores de premios a las mejores investigaciones científicas presentados durante el XXXV Congreso en Cali, los siguientes trabajos y autores de Cenicafé:

Premio Hernán Alcaraz Viecco al mejor trabajo presentado por profesionales - Primer lugar, al trabajo titulado "Identificación de una endo B-mananasa en el tracto digestivo de la broca del café" por los autores: Beatriz Padilla, Ricardo Acuña, Juan José Vásquez, David Rubio y Claudia Flórez.

Premio Luis Hernando Pino al mejor trabajo en opción biológica- Segundo lugar, al trabajo "Relación entre resistencia de *Beauveria bassiana* a la luz ultravioleta en condiciones de laboratorio y virulencia contra la broca del café en campo", por los autores Sandra Valdez, Ángela Cárdenas y Carmenza Góngora.

Premio Francisco Luis Gallego al mejor trabajo presentado por estudiantes - Tercer lugar, al trabajo "Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado Chamusquina" por los autores: Hilary Ramírez, Zulma Gil, Pablo Benavides y Alex Bustillo.

REGISTRO

■ Dr. Gabriel Cadena Gómez. Director Cenicafé 1988 - 2009

Nuestro reconocimiento al Dr. Gabriel Cadena Gómez, quien en el mes de mayo se retiró de su cargo como Director del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

El Dr. Cadena dedicó 38 años de su vida profesional a la búsqueda del bienestar de los caficultores colombianos. Inició su gran labor en la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia como Jefe de la Sección de la Campaña para la prevención de la roya

del cafeto, entre 1971 y 1975. Posteriormente, fue Asistente de la Sección de Fitopatología de Cenicafé entre 1978 y 1980, Jefe de la Sección de Fitopatología entre 1980 y 1983, Investigador Principal del grupo de Bioquímica del Laboratorio de Investigaciones de la Química del Café, LIQC, entre 1986 y 1988. Y, desde 1988 hasta el 2009 se desempeñó como Director de Cenicafé.

En sus actividades en la Dirección del Centro se destacó por su liderazgo y su espíritu innovador, gracias al cual el Cenicafé pudo desarrollar su identidad propia y proyectarse como un centro de investigación agrícola de excelencia. También fue inmensa su contribución a la formación de investigadores, al facilitar desde Cenicafé la realización de las tesis de grado de un sinnúmero de estudiantes no solamente de agronomía, sino además en ciencias afines como la biología, economía, ingeniería agrícola, alimentos, estadística, entre otros, también contribuyendo a través de Colciencias al establecimiento de programas para la formación de jóvenes investigadores y, además, promoviendo la formación de profesionales al nivel doctoral, tanto en el país como en el exterior. Su confianza hacia el trabajo de los estudiantes se materializó en más de 400 tesis que a través de su gestión se realizaron en Cenicafé.

También apoyó las investigaciones que llevaron al desarrollo de la tecnología para el Beneficio Ecológico del Café, que ha sido el avance más importante en el proceso de beneficio húmedo del café en el mundo, en los últimos años, y que ha significado un importante apoyo a la sostenibilidad ambiental de las regiones cafeteras.

Mención especial merece su aporte a la apertura del sector agrícola colombiano a la ingeniería genética y biología molecular aplicadas a la solución de nuestros problemas actuales y potenciales. En este campo, lideró iniciativas de gran trascendencia como la aplicación de la biotecnología para el mejoramiento de variedades élite de café, en alianza estratégica con la Universidad de Cornell, y mas recientemente el Estudio del Genoma del Café, la Broca y su Controlador *Beauveria bassiana*, con el apoyo del Ministerio de Agricultura e involucrando centros de investigación de las más alta calidad de Estados Unidos y Europa.

Gracias a la excelencia de su labor, ha sido merecedor de numerosas distinciones nacionales e internacionales.

La extraordinaria riqueza de su brillante hoja de vida, su desempeño profesional al servicio de los más altos intereses del gremio Cafetero y del país, y su caracter visionario e innovador, son ejemplo para las generaciones actuales y venideras.

Jaime Arcila Pulgarín
Director (E)
Chinchiná, Noviembre 6 de 2009

Productividad Agronómica



I. ECOTOPOS CAFETEROS

Ecotopos Cafeteros de la cuenca del río Cauca. Con el apoyo del IDEAM y de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) se actualizaron las series históricas de clima (lluvia, temperaturas, brillo solar y humedad relativa) para diez ecotopos pertenecientes a los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, con dicha información y la correspondiente a la red de la FNC se inició la verificación de la calidad y confiabilidad de los datos para su posterior análisis estadístico. Con el apoyo del Programa SICA (Gerencia Técnica), se efectuó el proceso de recuperación de las isolíneas de lluvia para los ecotopos 208A a 213A (seis ecotopos) y se está adelantando el proceso de digitalización de las isolíneas de lluvia sobre cartografía básica a escala 1:100.000.

Se finalizó la depuración y complementación de las series mensuales de humedad relativa a través de los métodos gráfico y de regresiones para los ecotopos 211B a 214B y 317A a 319A situados en el departamento del Huila.

Se elaboraron las memorias de los ecotopos 106B, 107B y 209A, que cubren los departamentos de

Caldas, Risaralda y Valle, con sus mapas en ILWIS escala 1:100.000, sobre la oferta climática de los mismos para los Comités Departamentales de Cafeteros respectivos.

II. SUELOS Y NUTRICIÓN

Fertilización foliar del cultivo del café en la etapa de producción. SUE 0538. Esta investigación se está desarrollando en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), la Subestación Paraguacito (Buenavista, Quindío), la Subestación La Catalina (Pereira, Risaralda) y la finca Villa Arcadia (Líbano, Tolima).

Los tratamientos evaluados consisten en la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), boro (B) y la combinación de K-N, P-N, Ca-N, Ca-B y N-P-K. Todos los tratamientos fueron suministrados mediante aspersión foliar, como un complemento a la fertilización edáfica, según el análisis de suelos, y se están realizando dos aplicaciones al año, así: 60 y 90 días después del pico de floración.

En la Tabla 1 se presenta la descripción de los tratamientos, las fuentes fertilizantes y su respectiva concentración.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos, fuentes y concentración de nutrimentos utilizados.

Tratamiento	Elemento foliar	Convención	Fuentes - Concentración
1	Nitrógeno	N	Urea - 1%
2	Fósforo - nitrógeno	P- N	Fosfato monoamónico (MAP) - 1%
3	Potasio	K	Cloruro potasio (KCl) - 0,25%
4	Calcio	Ca	Kelatex calcio - 0,25%
5	Magnesio	Mg	Kelatex magnesio - 0,25%
6	Boro	B	Solubor 0,3%
7	Potasio - nitrógeno	K-N	Nitrato de potasio - 4%
8	Calcio - nitrógeno	Ca-N	Nitrato de calcio - 1%
9	Calcio - boro	Ca-B	Kelatex calcio - 0,25% + Solubor 0,3%
10	Nitrógeno - fósforo - potasio	N-P-K	Urea - 1% + MAP - 1% + KCl - 0,25%
11	Ninguno - Al suelo según DRIS	DRIS*	Según lo sugerido por análisis DRIS
12	Ninguno - Al suelo según análisis de suelos	Análisis de suelos	Según lo sugerido por análisis de suelos

*Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación

Los resultados más relevantes y que conciernen al acumulado de la producción de 2007, 2008 y 2009, son los siguientes:

Estación Central Naranjal. No se registró efecto de los tratamientos en la producción de café cereza, para el acumulado de los tres años de evaluación (Figura 1). Respecto a la variable factor de rendimiento en trilla (FRT), los valores estuvieron entre el 89% y el 92%. Al comparar los tratamientos foliares frente al testigo relativo (fertilizado con base en el análisis de suelos) tampoco se observó efecto alguno (Tabla 2).

Subestación Experimental La Catalina. Como se presenta en la Figura 2, al igual que para Naranjal, la aplicación foliar de los elementos no incrementó la producción de café cereza. También puede observarse la tendencia de la producción de los tratamientos evaluados respecto a la fertilización según el análisis de suelos, sin aplicación foliar y al sistema DRIS. El FRT fue mayor al 99,5% en todos los casos, razón por la cual no puede asociarse dicha respuesta a los tratamientos propiamente dichos (Tabla 3). El efecto puede relacionarse con el hecho de que algunos lotes aledaños a la parcela experimental fueron renovados.

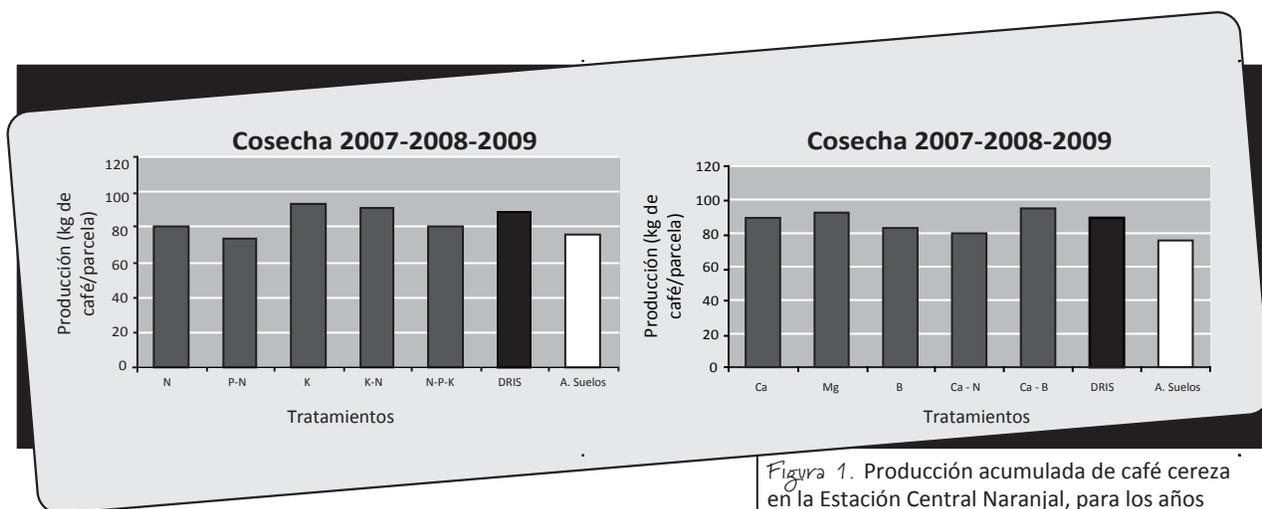


Figura 1. Producción acumulada de café cereza en la Estación Central Naranjal, para los años 2007, 2008 y 2009.

Tabla 2. Factor de rendimiento en trilla efecto de los tratamientos, en la Estación Central Naranjal.

Tratamiento	Elemento foliar	FRT	C.V.
		(%)	
1	Nitrógeno	91,09	1,53
2	Fósforo - nitrógeno	90,95	3,44
3	Potasio	88,83	2,17
4	Calcio	89,29	2,87
5	Magnesio	90,74	3,70
6	Boro	90,67	3,71
7	Potasio - nitrógeno	90,30	4,82
8	Calcio - nitrógeno	90,80	4,57
9	Calcio - boro	90,70	3,12
10	Nitrógeno – fósforo - potasio	89,18	2,47
11	Ninguno – Al suelo según DRIS	90,78	3,38
12	Ninguno - Al suelo según análisis de suelos	90,82	3,71

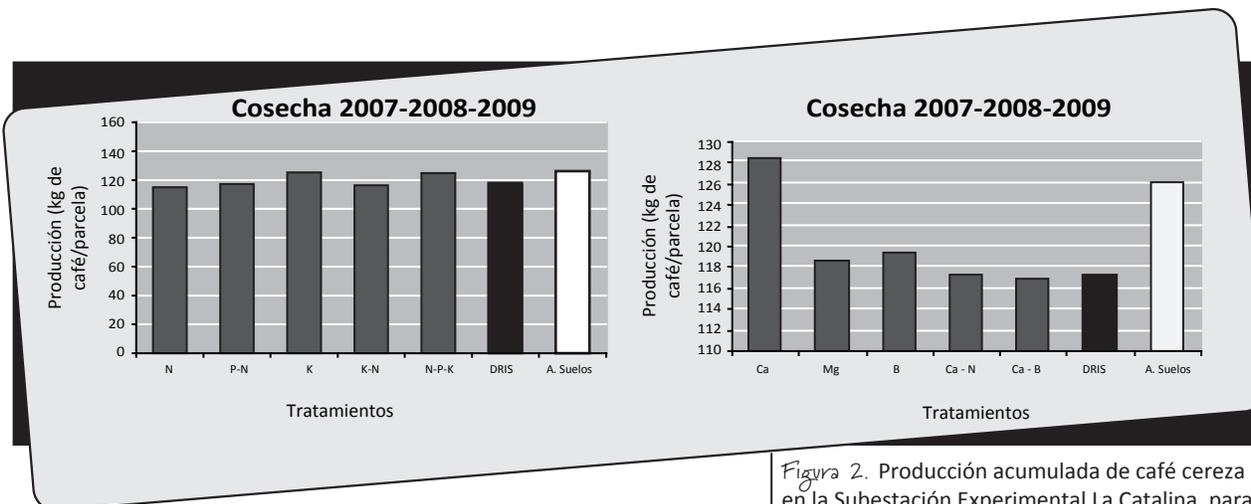


Figura 2. Producción acumulada de café cereza en la Subestación Experimental La Catalina, para los años 2007, 2008 y 2009.

Tabla 3. Factor de rendimiento en trilla para cada uno de los tratamientos evaluados en la Subestación Experimental La Catalina.

Tratamiento	Elemento foliar	FRT	C.V.
		(%)	
1	Nitrógeno	102,43	9,33
2	Fósforo - nitrógeno	102,79	5,59
3	Potasio	100,92	7,41
4	Calcio	103,83	4,80
5	Magnesio	103,46	8,14
6	Boro	103,09	8,50
7	Potasio – nitrógeno	103,70	5,27
8	Calcio – nitrógeno	105,67	9,89
9	Calcio – boro	102,39	5,51
10	Nitrógeno - fósforo - potasio	100,24	7,52
11	Ninguno -Al suelo según DRIS	99,51	3,59
12	Ninguno - Al suelo según el análisis de suelos	106,58	9,03

Subestación Experimental Paraguaicito. La adición foliar de elementos no reflejó incrementos o reducciones en la producción de café cereza para el acumulado de la producción (Figura 3). Tampoco hubo efecto de tratamientos en el FRT (Tabla 4).

Finca Villa Arcadia. Las fertilizaciones foliares con los nutrimentos evaluados, no produjeron cambios positivos y/o efecto detrimental en la producción de café cereza para el acumulado de producción de 2007, 2008 y 2009 (Figura 4). En cuanto al FRT, el análisis estadístico no detectó diferencias entre los tratamientos (Tabla 5).

Bajo estas circunstancias y tomando como base las experiencias reportadas para Naranjal, La Catalina y Paraguaicito, puede decirse que la fertilización foliar realizada en las localidades citadas, con los elementos y en las épocas de aplicación, no constituye un complemento para la fertilización que se efectúa según el análisis de suelos.

Actualización del programa de interpretación de análisis de suelos y recomendación de fertilizantes y enmiendas para el cultivo de café. SUE0317. Se inició con el desarrollo de un programa para sistematizar la interpretación de los análisis de suelos y las respectivas recomendaciones para la fertilización y el encalamiento de los cafetales. Se espera contar con una primera versión en el primer trimestre de 2010, la cual estará disponible en la página web de Cenicafé para los Extensionistas y caficultores. El programa incluirá aspectos como la etapa del desarrollo del cafetal (levante, producción y zoca), la densidad de la plantación y el nivel de sombrío, y podrá generar simultáneamente reportes de las recomendaciones en el formato PDF.

Efecto de fuentes y dosis de potasio sobre la producción y calidad del café. SUE 0540. Con este experimento se busca determinar el efecto de fuentes y dosis de potasio (K) sobre la producción y calidad

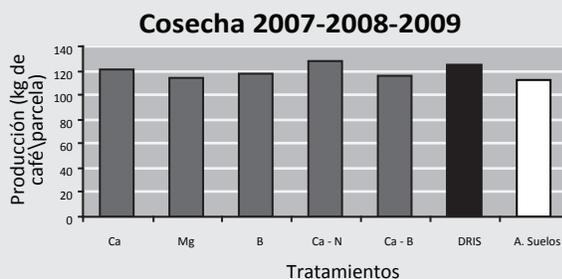
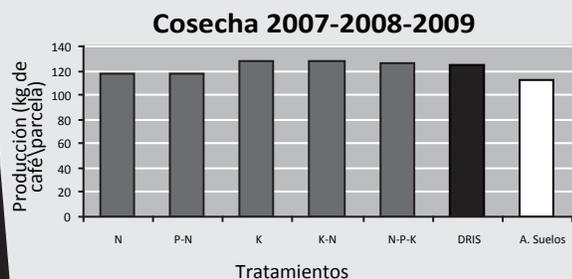


Figura 3. Producción acumulada de café cereza en la Subestación experimental Paraguaicito, para los años 2007, 2008 y 2009.

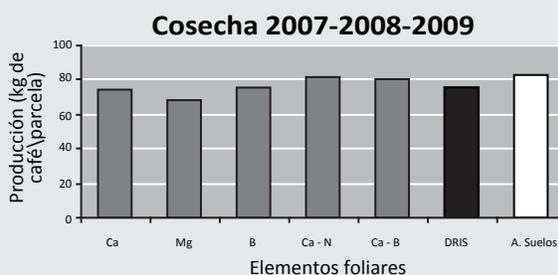
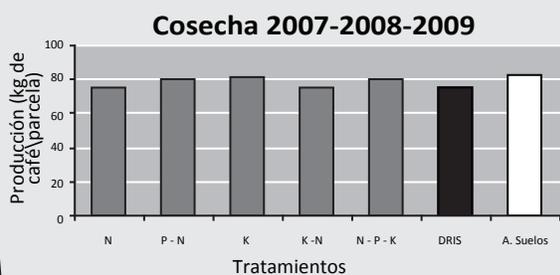


Figura 4. Producción acumulada de café cereza en la finca Villa Arcadia, para los años 2007, 2008 y 2009.

Tabla 4. Factor de rendimiento en trilla para cada uno de los tratamientos evaluados en la Subestación Experimental Paraguaicito.

Tratamiento	Elemento foliar	FRT	C.V.
		(%)	
1	Nitrógeno	92,68	3,98
2	Fósforo - nitrógeno	92,97	5,87
3	Potasio	96,45	7,23
4	Calcio	96,73	5,56
5	Magnesio	91,49	2,46
6	Boro	94,76	3,86
7	Potasio - nitrógeno	94,77	6,59
8	Calcio - nitrógeno	95,27	4,72
9	Calcio - boro	97,05	5,56
10	Nitrógeno - fósforo - potasio	92,27	2,69
11	Ninguno - Al suelo según DRIS	93,79	2,95
12	Ninguno - Al suelo según el análisis de suelos	93,80	3,30

del café. Esta investigación es cofinanciada por la empresa alemana SOPIB y se encuentra establecida en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Paraguaicito y Líbano. Los tratamientos consisten en la combinación de cuatro dosis de K (0, 100, 200 y 400 kg/ha/año de K₂O), y dos fuentes (Cloruro con 60% de K₂O y Sulfato con 50% de K₂O). Para este período,

en Naranjal y Paraguaicito, no hubo respuesta en producción a la aplicación de los tratamientos (Figura 5); en Naranjal este comportamiento se puede relacionar con los altos niveles iniciales de potasio y de azufre en el lote seleccionado (0,4 cmol/kg y 13 mg/kg respectivamente), y para el caso de Paraguaicito se puede asociar con el poder tampón

Tabla 5. Factor de rendimiento en trilla para cada uno de los tratamientos evaluados en la finca Villa Arcadia.

Tratamiento	Elemento foliar	FRT	CV
		(%)	
1	Nitrógeno	97,01	3,91
2	Fósforo - nitrógeno	95,30	2,87
3	Potasio	96,96	3,55
4	Calcio	95,55	3,28
5	Magnesio	95,02	4,00
6	Boro	96,91	5,04
7	Potasio - nitrógeno	94,92	3,48
8	Calcio - nitrógeno	92,69	1,23
9	Calcio - boro	95,25	3,57
10	Nitrógeno - fósforo - potasio	94,50	3,22
11	Ninguno - Al suelo según DRIS	106,52	8,96
12	Ninguno - Al suelo según el análisis de suelos	96,32	2,79

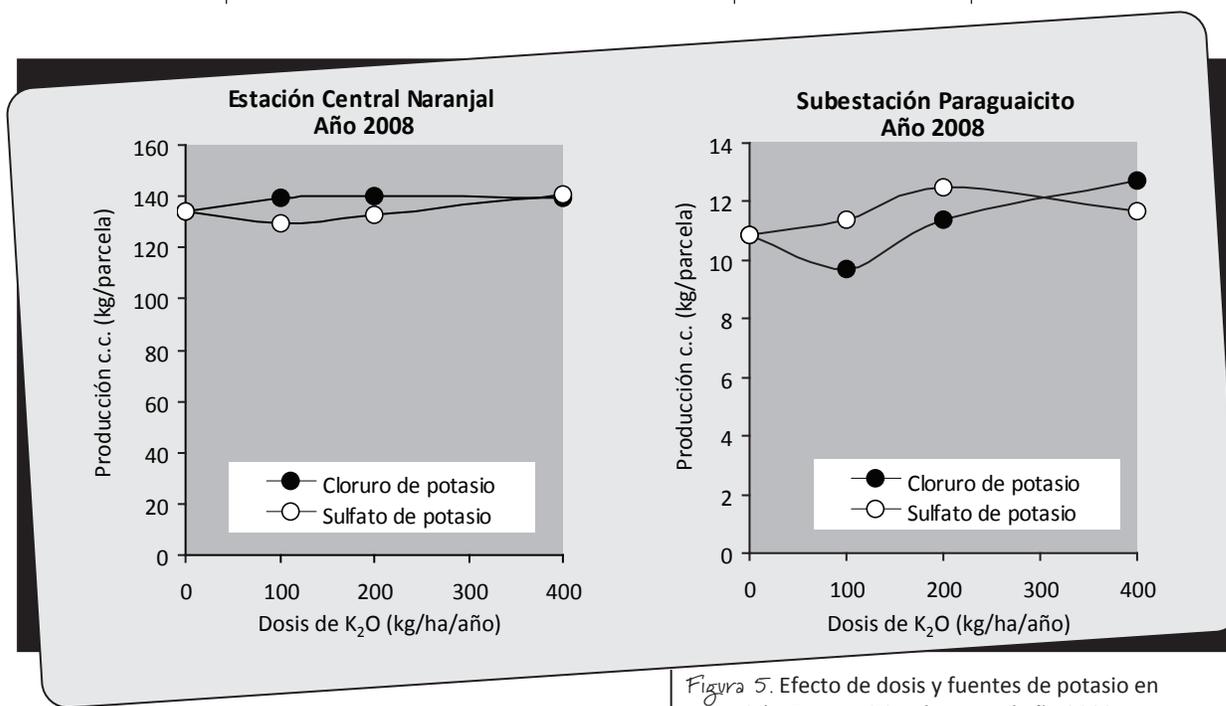


Figura 5. Efecto de dosis y fuentes de potasio en Naranjal y Paraguaicito durante el año 2008.

del potasio y no con el nivel detectado por el análisis de suelos (0,23 cmol_c/kg), que ha sido usual en este sitio en los experimentos en los que se ha evaluado el efecto de este elemento. Así mismo, al comparar el promedio de las dos fuentes de potasio, éstas fueron estadísticamente iguales.

En la Subestación Líbano fueron mayores los promedios de K foliar al emplear el Sulfato de potasio (Figura 6), sin que su contenido se afectara por las dosis aplicadas. En Naranjal el nivel de este elemento se incrementó conforme aumentaban las

dosis aplicadas, sin encontrar diferencia entre las fuentes. En Paraguaicito hubo una respuesta de tipo cuadrático al suministro de K (Figura 7).

Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café después de la zoca. SUE 0546. A través de esta investigación se evalúa el efecto del magnesio (Mg) y el azufre (S) en la producción y calidad del café después de la zoca. Este experimento es cofinanciado por las empresas Kali Und Salz y Monómeros S.A. Los campos experimentales están localizados en Naranjal, La Catalina y Santander, y

corresponden a zocas de café que durante los últimos cuatro años antes de su renovación, recibieron los mismos tratamientos, es decir, donde existe un efecto residual de los mismos. Los tratamientos se detallan en la Tabla 6 y comprenden: un Testigo sin Mg ni S; tres dosis de S, aplicados como Sulfato de amonio - SAM; tres dosis de Mg en combinación con S, en forma de Kieserita; tres dosis de Mg suministrados como óxido, y el fertilizante 17-6-18-2.

Para la vigencia del año 2008, en Naranjal se registró efecto negativo de la aplicación de azufre (S) cuando éste se aplicó en forma de SAM ($p=0,08\%$), especialmente con las dos dosis más altas, comportamiento que se puede relacionar con la acidificación que causa este fertilizante en el suelo, debido a la nitrificación del amonio (Figura 8). Con respecto a Kieserita y al Óxido de magnesio no hubo efecto, sin embargo y de manera descriptiva, se nota un incremento en la producción como resultado de la aplicación de la primera dosis de magnesio al emplear el óxido, lo cual puede estar relacionado más con la corrección de la acidez en esta localidad.

En la Figura 9 se presentan los promedios de la concentración foliar de magnesio, obtenidos en el mes de febrero de 2009. Para la Estación Central Naranjal y la Subestación Experimental La Catalina la concentración de este nutriente se incrementó cuando se utilizó Kieserita, Óxido de magnesio y el fertilizante 17-6-18-2, comportamiento que no se detectó en Santander.

Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo. SUE0520. El objetivo de esta investigación es determinar el momento oportuno de realizar la fertilización antes y después del zoqueo del cultivo de café. Para este período se registró en Naranjal y Paraguaicito el tercer año de cosecha después del zoqueo, desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2009, y el segundo año, desde abril de 2008 hasta septiembre de 2009, en Líbano. Así mismo, se tomaron los registros del factor de rendimiento en trilla y conversión cereza a pergamino durante la cosecha principal de octubre de 2008.

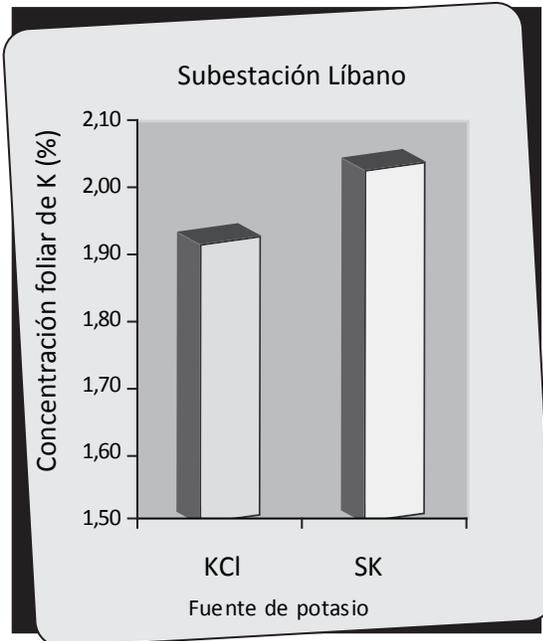


Figura 6. Efecto de las fuentes de potasio sobre el contenido promedio de potasio (K) en la Subestación Líbano.

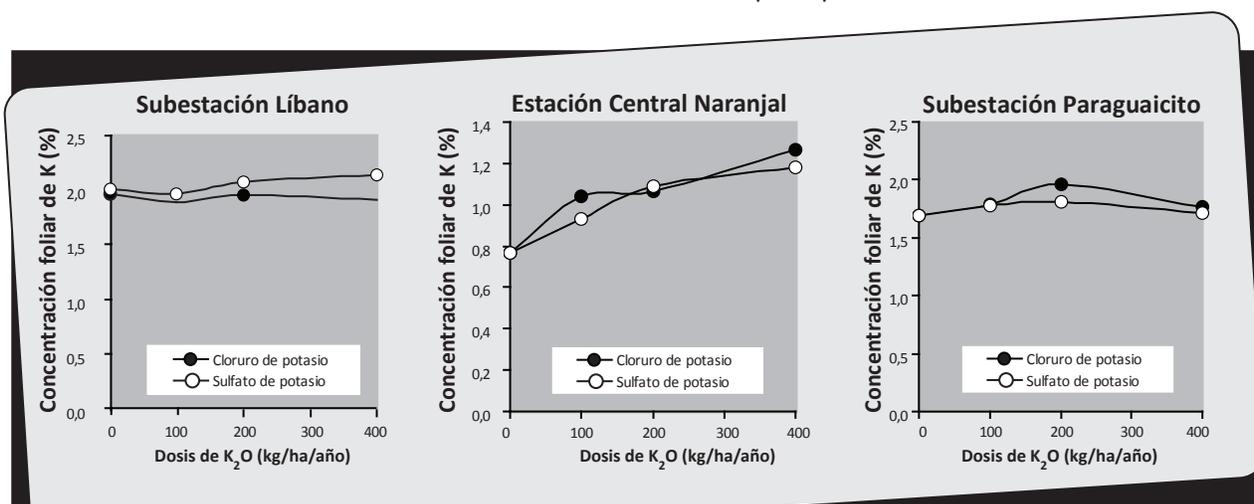


Figura 7. Efecto de las dosis y fuentes de potasio sobre el contenido de potasio (K) en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Líbano y Paraguaicito.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.

Tratamiento	Fertilización básica	MgO	S	Kieserita	Oxido de Mg	Sulfato de amonio	17-6-18-2
1	N-P-K	0	0	0	0	0	0
2	N-P-K	0	24	0	0	100	0
3	N-P-K	0	48	0	0	200	0
4	N-P-K	0	72	0	0	300	0
5	N-P-K	30	24	120	0	0	0
6	N-P-K	60	48	240	0	0	0
7	N-P-K	90	72	360	0	0	0
8	N-P-K	30	0	0	37	0	0
9	N-P-K	60	0	0	75	0	0
10	N-P-K	90	0	0	150	0	0
11	N-P-K-Mg	28	28	0	0	0	1.400

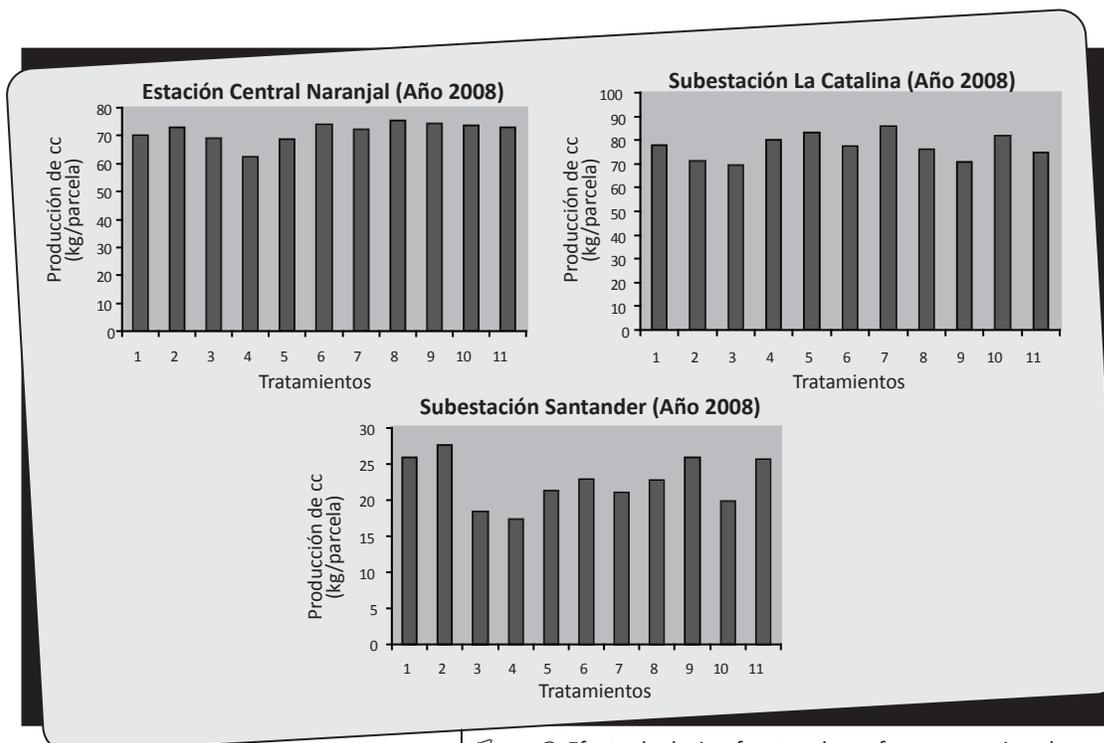


Figura 8. Efecto de dosis y fuentes de azufre y magnesio sobre la producción de café en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones La Catalina y Santander, durante el año 2008.

En Naranjal y Paraguacito el análisis de varianza no mostró efecto de los grupos de fertilización antes del zoqueo (Grupos 1, 2 y 3) sobre el promedio de la producción de café cereza acumulada (Tabla 7). Hasta el momento en estas localidades no se evidencia el efecto de la fertilización anterior al zoqueo sobre la producción obtenida en el nuevo ciclo de producción.

En Líbano, el análisis de varianza mostró efecto de los grupos correspondientes a la fertilización anterior al zoqueo, para la misma variable. Los resultados en Líbano evidencian, según la prueba de comparación de Duncan y Contrastes ortogonales al 10%, diferencias en producción de café cereza acumulada a favor de los Grupos 2 y 3 con relación al Grupo 1, y se obtiene una producción similar al comparar los Grupos 2 y

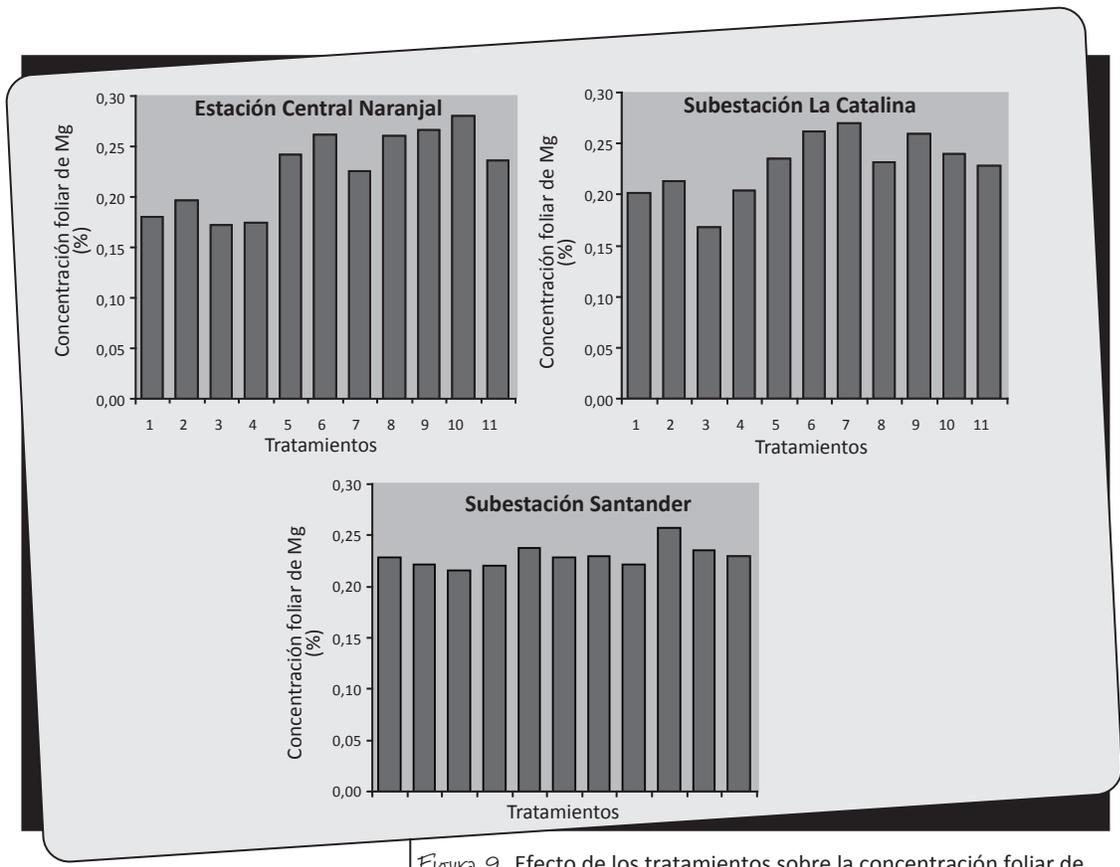


Figura 9. Efecto de los tratamientos sobre la concentración foliar de magnesio (Mg) en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones La Catalina y Santander, evaluado en febrero de 2009.

Tabla 7. Promedios y coeficientes de variación (C.V.) de la producción de café cereza acumulada por parcela, a partir de tratamientos de fertilización antes del zoqueo.

Grupo	Descripción	Promedio Naranjal ¹	C.V.	Promedio Paraguaicito ²	C.V.	Promedio Líbano ³	C.V.
1	Sin fertilización antes del zoqueo	43,5	36,9	48,2	21,7	70,6 a	18,4
2	Fertilización 10 m.a.z.	48,6	30,8	48,1	23,2	77,0 b	17,6
3	Fertilización 10 y 4 m.a.z.	46,4	29,3	48,8	23,2	77,8 b	21,1

m.a.z: meses antes del zoqueo

¹ Parcela efectiva 12 m²; ² Parcela efectiva 16 m²; ³ Parcela efectiva 20 m².

3. Es de interés que la nutrición de las plantas antes del zoqueo tenga influencia sobre la producción del siguiente ciclo en esta localidad.

En las tres localidades no se encontró efecto de los grupos con fertilización después del zoqueo sobre la producción acumulada de café cereza (Tabla 8). Es posible que este efecto se deba a que en el tallo y las raíces del café después del zoqueo permanecen almacenadas algunas reservas que permiten el adecuado desarrollo vegetativo y a

que la planta pierda capacidad para absorber los nutrientes del suelo, debido a la alta disminución de la materia seca de raíces mayor al 60%, la cual fue documentada durante el informe anual del 2007.

En las tres localidades no se presentó efecto de los tratamientos ni de grupos de tratamientos sobre el factor de rendimiento en trilla, variable que en todos los casos estuvo dentro de los rangos aceptables, por debajo del 90%.

Servicio de análisis de material vegetal y bromatológico. SUE 0611. Durante el 2009 se recibieron 96 solicitudes para análisis foliar y bromatológico, con un total de 20.799 determinaciones, que corresponden a 1.864 muestras.

El 71,46% de las muestras analizadas pertenecen a los de experimentos de la Disciplina de Suelos. Las muestras traídas por particulares correspondieron al 28,38% del total de las muestras analizadas.

Las muestras foliares entregadas por particulares, corresponden a cultivos de guanábana, lulo, guayaba, aguacate, papa, tomate, cítricos, frijol, plátano, caucho, inchi, pino, macadamia, mangostino, acacia y cartucho color. Para el análisis bromatológico se recibieron ocho muestras de pasto kikuyo, estrella y el pasto denominado comúnmente "chipton". Las muestras de material orgánico fueron de pulpa de café y gallinaza.

Productividad del café y su relación con la eficiencia en el uso del nitrógeno. Se estudia la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) - producto de la eficiencia en la absorción del nitrógeno (EABN): nitrógeno de la planta / nitrógeno disponible en el suelo y la eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUN): biomasa de la planta / nitrógeno de la planta, de varios genotipos de café. Para tal efecto, se estableció un experimento bajo condiciones de casa de mallas, en el cual se aplicaron dos tratamientos de nitrógeno (sin nitrógeno y aporte de la cantidad de nitrógeno extraída por la planta, la cual se estableció a partir de estudios previos). Además, con el objetivo de entender la eficiencia en la utilización de este elemento sobre el crecimiento y producción, se instaló un experimento con cuatro genotipos y cuatro dosis de fertilizante nitrogenado en la Subestación Experimental El Rosario (Venecia, Antioquia).

Etapa de crecimiento vegetativo:

Crecimiento y acumulación de biomasa de la planta.

El crecimiento de plantas en el almácigo, indica que los tratamientos de nitrógeno no han tenido efecto significativo sobre el volumen de la raíz ni sobre la longitud del tallo en ninguna de las épocas de evaluación (días después de la siembra). Para el área foliar solo se registró efecto significativo de los tratamientos con nitrógeno ($p=0,0073$) a los 210 días después de la siembra; se observó que el promedio del área foliar de la planta bajo los tratamientos Extracción y Cenicafé fue significativamente mayor a la correspondiente bajo el tratamiento sin nitrógeno, con diferencias del 26,9% y 31,5%, respectivamente. En cuanto al análisis de los valores promedio de biomasa y contenido de nitrógeno de la planta para el período evaluado, no se observa efecto significativo de los tratamientos de nitrógeno sobre estas variables ($p= 0,6935$ y $p= 0,3450$, respectivamente).

Eficiencia en la absorción del nitrógeno (EABN), eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTN) y eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN). Teniendo en cuenta las variaciones registradas, en términos generales, se puede decir que las plantas con menor disponibilidad de nitrógeno han sido más eficientes para absorber el nitrógeno disponible en el suelo, para transformar el nitrógeno absorbido en biomasa y para producir más biomasa por unidad de nitrógeno disponible en el suelo. Además, se destaca que independientemente de la edad y de la variable (EABN, EUTN o EUN), las plantas a las cuales no se les hizo ningún aporte exógeno de nitrógeno (urea), han sido más eficientes que las plantas a las cuales se le ha adicionado el doble de la cantidad de nitrógeno que recomienda Cenicafé.

Tabla 8. Promedios y coeficientes de variación de la producción de café cereza acumulada por parcela, a partir de tratamientos de fertilización después del zoqueo.

Grupo	Descripción	Promedio Naranjal ¹	C.V.	Promedio Paraguaicito ²	C.V.	Promedio Líbano ³	C.V.
4	Inicio de la fertilización a los 18 meses después del zoqueo	36,7	26,9	40,8	14,0	70,0	22,7
5	Inicio de la fertilización a los 12 meses después del zoqueo	48,1	44,5	53,3	10,9	71,1	13,6
6	Inicio de la fertilización a los 6 meses después del zoqueo	45,0	32,8	52,0	23,1	69,7	26,4
7	Inicio de la fertilización a los 3 meses después del zoqueo	44,3	38,3	46,5	27,9	71,3	12,0

¹. Parcela efectiva 12 m²; ². Parcela efectiva 16 m²; ³. Parcela efectiva 20 m².

Etapa de crecimiento reproductivo. Los resultados preliminares que se analizan corresponden a los registrados a los 450 y 570 días después de la siembra, épocas en las cuales las plantas ya presentaban frutos.

El análisis de la información obtenida muestra para los 450 días después de la siembra no presentó efecto significativo de los tratamientos de nitrógeno sobre la eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTNF) ($p=0,3222$), teniendo en cuenta que para este caso la eficiencia se estableció como la relación entre el peso seco de los frutos y el contenido de nitrógeno total de la planta (Tabla 9).

Por el contrario, a los 450 días después de la siembra, el análisis muestra que hubo efecto significativo de los tratamientos de nitrógeno sobre la EUN ($p < 0,0001$), definida ésta como la relación entre el peso seco de los frutos y el nitrógeno disponible en el suelo. En este caso y con relación a la EUN de las plantas bajo los tratamientos Extracción, Cenicafé y Cenicafé x 2, la de la plantas del tratamiento sin nitrógeno fue significativamente mayor (Tabla 9). A los 570 días después de la siembra no se observó efecto significativo de los tratamientos sobre la EUTN ($p= 0,9576$), mientras que para la EUN el efecto fue significativo ($p= 0,0011$), con diferencias entre los tratamientos sin nitrógeno y Cenicafé y sin nitrógeno y Cenicafé x 2 (para ambas comparaciones mayor EUN bajo el tratamiento sin nitrógeno) (Tabla 9).

Para el promedio de los dos muestreos, el análisis indica que no ha habido efecto significativo de los tratamientos de nitrógeno sobre la EUTN ($p = 0,5081$) pero sí de éstos sobre la EUN ($p < 0,0001$). Particularmente se observa que la EUN de las plantas sin nitrógeno supera de manera significativa a la respectiva de los demás tratamientos, al igual que la de las plantas del tratamiento Extracción a la de las plantas del tratamiento Cenicafé x 2 (Tabla 10).

Para ninguna de las épocas de muestreo (450 y 570 días después de la siembra) se observó efecto significativo de las progenies sobre la EUTN y la EUN. El efecto simple de los tratamientos para cada una de las progenies permite indicar que la variación en la disponibilidad de nitrógeno no ha determinado diferencias en la EUN de las progenies BH1247 y CX2178, mientras que tal variación ha determinado diferencias en la EUN de las progenies CU1812 y CU1825 (Figura 10).

Para la progenie CU1812 se observa que plantas sin nitrógeno han sido más eficientes en el uso del nitrógeno que las plantas de las mismas progenies bajo los otros tratamientos. Por su parte, en el caso de la progenie CU1825 se observa que las plantas sin nitrógeno han sido más eficientes en el uso del nitrógeno que las plantas bajo los tratamientos Cenicafé y Cenicafé x 2. El análisis del efecto simple de progenies sobre la EUN para cada uno de los

Tabla 9. Efecto de cuatro tratamientos de nitrógeno sobre la eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTN) y la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) de la planta del café, en dos épocas de su etapa productiva.

d.d.s.	Tratamiento de nitrógeno	EUTNF		EUNF	
		Promedio	C.V.	Promedio	C.V.
		g/planta p.s.f. g/planta N	%	g/planta p.s.f. g N disponible en el suelo	%
450	Sin nitrógeno	6,21 a	51,9	4,73 a	55,3
	Extracción	5,01 a	38,2	2,55 b	46,9
	Cenicafé	4,25 a	73,7	1,44 b	74,1
	Cenicafé x 2	4,51 a	48,3	1,00 b	45,9
570	Sin nitrógeno	3,26 a	53,7	2,62 a	60,0
	Extracción	3,01 a	41,9	1,67 ab	56,4
	Cenicafé	3,34 a	39,0	1,37 b	42,5
	Cenicafé x 2	3,25 a	48,5	0,78 b	58,0

d.d.s.: Días después de la siembra; p.s.f.: Peso seco frutos; C.V.: Coeficiente de variación. Promedios con igual letra no presentan diferencia estadística significativa (Tukey, 5%).

Tabla 10. Efecto de cuatro tratamientos de nitrógeno sobre la eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTN) y la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) de plantas de café en su etapa productiva.

Tratamiento de nitrógeno	EUTN		EUN	
	Promedio	C.V.	Promedio	C.V.
	$\frac{\text{g/planta p.s.f.}}{\text{g/planta N}}$	%	$\frac{\text{g/planta p.s.f.}}{\text{g N disponible en el suelo}}$	%
Sin nitrógeno	4,74 a	62,3	3,68 a	64,5
Extracción	4,01 a	47,1	2,11 b	54,2
Cenicafé	3,79 a	63,0	1,40 bc	60,0
Cenicafé x 2	3,88 a	50,8	0,89 c	51,5

p.s.f.: Peso seco frutos; C.V.: Coeficiente de variación. Promedios con igual letra no presentan diferencia estadística significativa (Tukey, 5%).

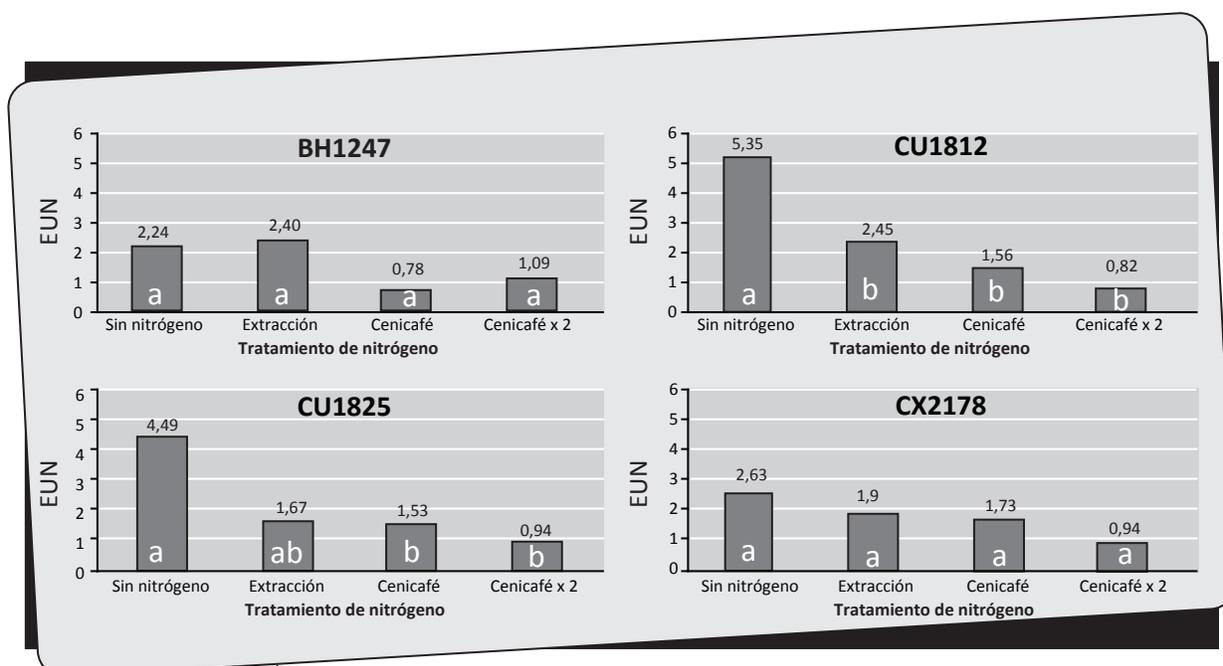


Figura 10. Efecto simple de cuatro tratamientos de nitrógeno sobre la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN: g de peso seco de los frutos / g nitrógeno disponible en el suelo) de cuatro progenies que componen la Variedad Castillo® El Rosario. Letras iguales entre tratamientos de nitrógeno no presentan diferencia estadística significativa (Tukey, 5%).

tratamientos muestra, al menos de manera preliminar, que solo bajo las condiciones del tratamiento sin nitrógeno se presentan diferencias significativas entre progenies (Figura 11).

En el caso particular del efecto de progenies para el tratamiento sin nitrógeno se ha encontrado que la progenie CU1812 es más eficiente en el uso del nitrógeno que la progenie BH1247.

Hasta el momento, los resultados del estudio de la productividad del cafeto y su relación con la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) realizados en casa de

mallas y en el campo, en algunas de las progenies de la Variedad Castillo® indican lo siguiente:

En el estudio en casa de mallas los valores promedio de los componentes de la EUN (eficiencia en la absorción - EABN: nitrógeno de la planta/nitrógeno disponible en el suelo y eficiencia en la utilización - EUTN: biomasa de la planta/nitrógeno de la planta) de las progenies que crecieron sin un aporte exógeno de nitrógeno (solo el aportado por el suelo) fueron significativamente mayores a los de aquellas que crecieron con el nitrógeno aportado por el suelo más una adición exógena de este elemento. Al final del

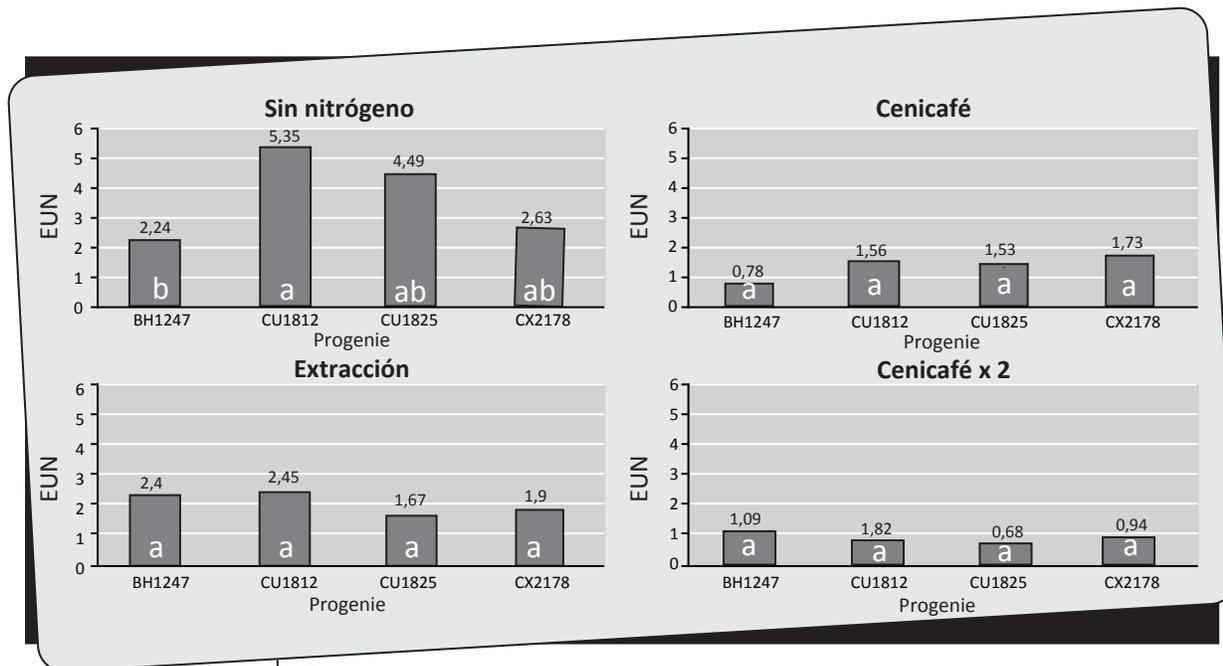


Figura 11. Efecto simple de las progenies sobre la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN: g de peso seco de los frutos / g nitrógeno disponible en el suelo) para cada uno de los tratamientos de nitrógeno. Letras iguales entre tratamientos de nitrógeno no presentan diferencia estadística significativa (Tukey, 5%).

experimento la EUN, EABN y la EUTN, se relacionaron de manera inversa con el contenido de proteína foliar, área foliar y contenido de nitrógeno de la planta (Figura 12).

Al comparar la EABN, en la EUTN y en la EUN entre progenies para el experimento en casa de mallas, se observaron diferencias temporales solo en la EUTN que fue mayor en la progenie CX2178 que en la progenie BH1247, en el tratamiento sin aporte de nitrógeno, a los 210 días después de la siembra, y mayor en las progenies BH1247 y CX2178 con respecto a la CU1997, en el tratamiento con aporte adicional de nitrógeno a los 150 días después de la siembra. En este caso, la mayor EUTN de las progenies BH1247 y CX2178 estuvo relacionada con menores contenidos de clorofila y proteína foliar.

Bajo el tratamiento sin aporte exógeno de nitrógeno a los 270 días después de la siembra, se registraron diferencias significativas en la longitud del tallo entre progenies (mayor en la progenie CU1997 con relación al de las progenies BH1247 y CU1778). En el tratamiento con aporte exógeno de nitrógeno al final del experimento se encontraron variaciones significativas en la longitud del tallo (mayor en la progenie CU1997 que las progenies BH1247 y CU1778 y mayor en la progenie CX2178 que en BH1247), y en

el volumen de la raíz (mayor en la progenie CU1997 que en la progenie BH1247).

Del experimento en el campo, donde se evaluaron cuatro niveles de aporte de nitrógeno (nitrógeno disponible en el suelo, recomendación de Cenicafé, el doble de la recomendación de Cenicafé – Cenicafé x 2 y aporte según la extracción de la planta), solo tiene información de los contenidos de clorofila y proteína foliar, variables de crecimiento y peso seco.

Hasta los 330 días después de la siembra se observa que la progenie BH1247 es la que presenta mayor variabilidad en la respuesta a los tratamientos de nitrógeno. Particularmente, el área foliar y el peso seco de la planta difieren significativamente entre los tratamientos Cenicafé y nitrógeno disponible en el suelo (mejor respuesta en el tratamiento Cenicafé). Para la misma progenie se destaca que cuando se comparan solamente los tratamientos con variación en el nivel de aporte exógeno de nitrógeno, tal variación no determina efectos significativos sobre estas variables.

En la misma fecha (330 días después de la siembra), no se observaron cambios significativos en las variables evaluadas cuando éstas se compararon entre progenies, tanto en el tratamiento extracción

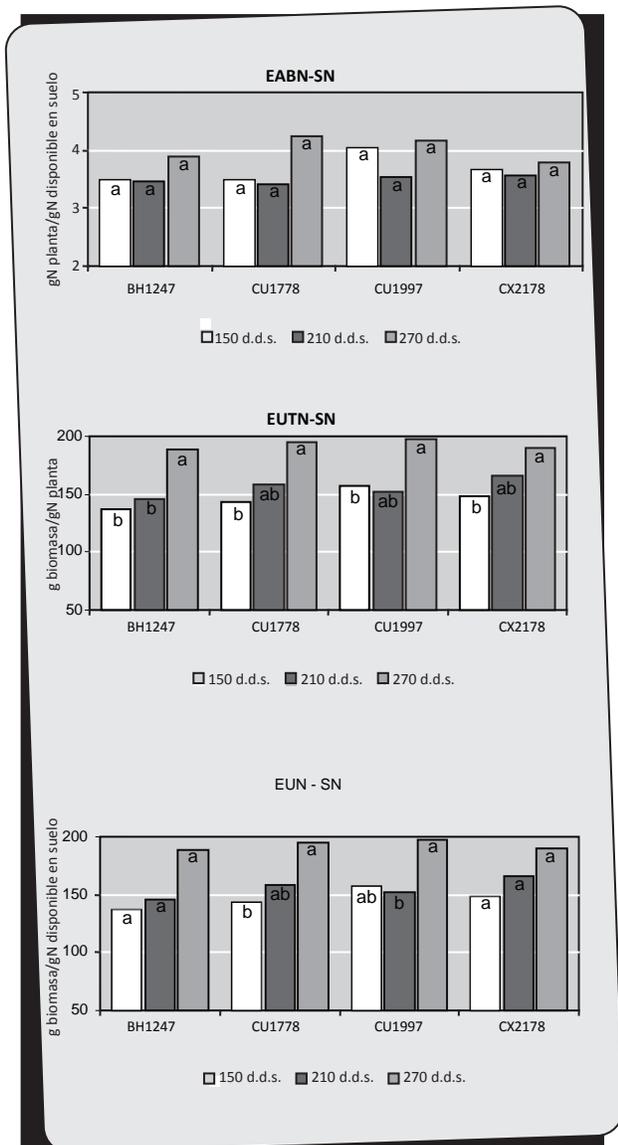


Figura 12. Variación de la eficiencia en la absorción del nitrógeno (EABN), eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTN) y eficiencia en el uso del nitrógeno de cuatro progenies que componen la Variedad Castillo® El Rosario, en función de los días después de la siembra (d.d.s.) - tratamiento sin nitrógeno. Letras iguales entre días después de la siembra (d.d.s.) no presentan diferencia estadística (n = 13, Tukey 5%).

de la planta como en el tratamiento Cenicafé x 2. El tratamiento Cenicafé fue el que presentó la mayor variabilidad entre progenies, con diferencias en el área foliar, peso de la raíz, del tallo, de las hojas y de la planta. Para el tratamiento aporte de nitrógeno del suelo solo se registraron diferencias en el peso seco del tallo entre progenies.

III. MANEJO DE CAFETALES

■ Tecnología de siembra y manejo de cafetales

Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales. FIT1512. Con este experimento, desde el punto de vista agronómico, se evaluaron cinco sistemas de manejo de cafetales por renovación. Se instaló en 1995 y finalizó en diciembre de 2008, en la Subestación Experimental Líbano, Tolima.

Los sistemas que se evaluaron fueron: Ciclo de tres años por surcos alternos en el orden 1-2-3, ciclo de tres años por bloques alternos en el orden 1-2-3, ciclo de cuatro años por surcos alternos en el orden 1-3-2-4, ciclo de cuatro años por bloques alternos en el orden 1-3-2-4, ciclo de seis años por surcos alternos en el orden 1-3-5-2-4-6, ciclo de seis años por bloques alternos en el orden 1-3-5-2-4-6.

En la Tabla 11, se presentan los valores medios de la producción entre 1995 y 2008, expresados en arrobas de café pergamino seco por hectárea. El análisis estadístico no mostró diferencias entre intervenir las plantas por surcos o bloques, pero sí en la duración de los ciclos, de tal manera que los ciclos largos fueron mejores que los ciclos cortos, por lo tanto el ciclo de seis años fue mejor que el de cuatro, y éste mejor que el de tres años. Al considerar la situación fitosanitaria de la caficultura colombiana, con la presencia de la broca, lo mejor sería la práctica de zoquear por lotes, a fin de tener un área homogénea, lo cual permite hacer mejor las demás prácticas agronómicas con eficacia y eficiencia. De otra parte, el ciclo de seis años puede permitir la recolección de cinco cosechas, aprovechando mejor la productividad de las plantas de café. Aparte de lo anterior, también se puede contar con áreas para generar ingresos adicionales mediante el intercalamiento de cultivos transitorios o semestrales.

Al considerar que la media de los mejores tratamientos supera al valor medio, se puede considerar que al establecer sistemas de producción de café estables, la producción media de la finca, será rentable a través del tiempo.

Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales. FIT1513. Se compararon cinco formas de establecer en un cafetal

un sistema de manejo por renovaciones periódicas por quintas partes. El experimento se instaló en la Estación Central Naranjal, en un lote de café a 1,0 m x 1,0 m, con variedad Colombia, y se registró la producción por parcela y tratamientos de 1993 al 2008.

Los sistemas evaluados fueron los siguientes:

Sistema A. Sembrar toda la parcela o área al mismo tiempo y zoquearla totalmente cada cinco cosechas.

Sistema B. Sembrar toda la parcela o área al mismo tiempo y recolectar cuatro cosechas. Al año siguiente se zoquea una quinta parte del total y de esta forma, cada año, hasta cuando quede establecido el sistema.

Sistema C. Sembrar cada año una quinta parte de la parcela o del área total. Al sexto año se inician los zoqueos por quintas partes, quedando de esta forma implantado el sistema.

Sistema D. Sembrar toda la parcela o área al mismo tiempo y recolectar cuatro cosechas. Al año siguiente se zoquean dos quintas partes, al año siguiente se zoquean dos quintas partes más y al año siguiente la quinta parte restante, se deja un año sin ninguna intervención, para continuar con el zoqueo por quintas partes, hasta cuando quede implantado el sistema.

Sistema E. Sembrar dos quintas partes de la parcela o área el primer año, en el segundo año se siembran otras dos quintas partes y en el tercer año se siembra la quinta parte restante. Al cuarto año, se inician los zoqueos de una quinta parte cada año hasta cuando quede implantado el sistema.

En la Tabla 12, se muestran los resultados del análisis de varianza de manera global y en la Tabla 13 los resultados por ciclos de cinco cosechas, considerando que al tercer ciclo le faltaron dos cosechas. Se concluye que la renovación por quintas partes es la más recomendable para establecer sistemas de producción de café estables, para mantener una producción media rentable.

De otra parte al mirar las producciones por ciclos, se observa que la productividad de las zocas a través del tiempo no cae de manera drástica, lo cual corrobora que mientras el sitio tenga una planta viva, su productividad se mantiene.

▪ Sistemas de producción de cafés especiales

Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricompost. FIT1603. El objetivo de este experimento es determinar la dosis óptima tanto desde el punto de vista biológico como económico,

Tabla 11. Producción media en arrobas de café pergamino seco por hectárea (@cps/ha) de seis sistemas de manejo de café durante dos ciclos de producción. Subestación Experimental Líbano, Tolima. 1995 - 2008

Año de cosecha	Tratamientos						media	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
1995	217,0	215,0	228,9	244,9	239,3	344,0	248,2	15,9
1996	319,7	342,9	294,4	315,2	317,6	299,7	314,9	15,3
1997	304,4	314,3	340,8	372,8	386,8	368,6	347,9	10,6
1998	319,7	329,1	385,8	367,0	360,7	377,1	356,6	14,2
1999	336,4	350,0	412,5	370,2	432,9	409,0		15,5
2000	306,0	348,7	384,5	370,0	402,9	406,8	369,8	13,4
2001	271,2	245,8	321,1	339,3	379,5	395,3	325,4	12,5
2002	314,6	282,3	376,9	342,1	404,4	445,9	361,0	13,5
2003	298,0	304,9	398,6	363,5	450,6	423,8	373,2	11,4
2004	259,4	274,9	356,5	342,5	416,4	428,9	346,4	14,6
2005	313,6	317,4	333,4	332,9	347,6	400,3	340,9	12,9
2006	236,1	260,5	327,6	316,1	415,4	403,8	326,6	9,9
2007	272,9	244,9	352,3	355,8	395,9	417,6	339,9	15,0
2008	198,1	206,1	300,1	311,0	404,4	394,4	302,4	8,9
Media	283,4C	288,3 C	343,8 B	338,8 B	382,4 A	393,9 A	338,4	8,2

Tábla 12. Valores medios de la producción de café pergamino seco (@/ha), según los sistemas de manejo y el año de cada cosecha. Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas). 1994 – 2008.

Año de cosecha	Sistemas de manejo					Media
	A	B	C	D	E	
1994	80,8	73,2	13,4	73,4	39,3	56,0
1995	704,0	635,3	182,6	654,6	346,2	504,5
1996	445,5	492,3	211,7	431,5	380,7	392,3
1997	512,5	541,8	312,1	455,5	478,4	460,1
1998	597,1	499,9	446,1	367,8	462,5	474,7
1999	0,0	234,5	366,5	131,9	253,7	197,3
2000	256,1	182,1	281,9	218,5	287,0	245,1
2001	490,9	297,5	247,9	372,3	302,5	342,2
2002	411,2	349,3	288,3	351,4	335,4	347,1
2003	528,0	429,5	366,5	364,5	372,1	412,1
2004	299,8	324,2	273,8	254,0	305,3	291,4
2005	12,7	336,5	291,5	295,8	299,1	247,1
2006	149,4	425,8	313,5	345,2	360,1	318,8
2007	435,3	404,4	379,6	333,1	362,8	383,0
2008	435,3	404,4	346,2	333,1	362,8	376,4
MEDIA	357,24 A	375,4 A	288,1 C	332,2 B	329,9 B	336,6

Tábla 13. Valores medios de la producción de café pergamino seco (@/ha), según los sistemas de manejo y ciclos de producción. Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas). 1994 – 2008.

Sistemas	Ciclo de Producción			Media
	1	2	3	
Sistema A	468,0	337,3	266,5	357,3
Sistema B	448,5	298,6	379,0	375,4
Sistema C	233,2	310,2	320,9	288,1
Sistema D	396,6	287,7	312,2	332,2
Sistema E	341,4	310,1	338,0	329,8
Media	377,5	308,8	323,3	336,5
C. V. (%)	3,2	6,2	3,9	

de la materia orgánica en forma de lombricomposteo para fertilizar cafetales a libre exposición. Los tratamientos se presentan en la Tabla 14.

La distancia de siembra del café fue de 1,0 m x 1,0 m, el área del campo experimental fue de 1.344 m². El estudio se realizó en La Estación Central Naranjal (renovado por zoca), Subestación Experimental La Catalina (terminado), Subestación Experimental Paraguaicito (terminado), Subestación Experimental El Tambo y la Subestación Experimental Santander. En este informe se presentan los resultados parciales de la Subestación El Tambo y de la Estación Central Naranjal (renovado por zoqueo).

Tábla 14. Tratamientos aplicados en el experimento: Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricomposteo.

Tratamiento	Descripción
1	Aplicación de 0,5 kg/planta/año de lombricomposteo*
2	Aplicación de 1,0 kg/planta/año de lombricomposteo*
3	Aplicación de 2,0 kg/planta/año de lombricomposteo*
4	Aplicación de 3,0 kg/planta/año de lombricomposteo*
5	Testigo fertilizado según el análisis de suelos
6	Testigo sin ningún tipo de fertilización

* Las dosis aplicadas son de lombricomposteo seco

Las dosis aplicadas de lombricompost y de fertilizante se fraccionó en dos aplicaciones por año.

Estación Central Naranjal. En la Tabla 15 se presenta la producción registrada en el año 2007 y la producción media de dos cosechas (2006 y 2008). Estas producciones corresponden al ciclo de renovación (por zoqueo).

Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2008, indican que cuando se realiza fertilización orgánica al café se obtienen mayores producciones que cuando se realiza fertilización química o no se hace ningún tipo de fertilización (diferencia estadística según prueba Tukey 5%). Con la aplicación al café de fertilizante orgánico en dosis de 2,0 a 3,0 kg/planta/año en forma de lombricompost, se produjo 38,0% más que con el tratamiento 5 (café fertilizado con fuentes de síntesis química, según los resultados de los análisis de suelos) y 149,2% más que con el tratamiento 6 (café sin fertilizar).

Los análisis de la producción media de tres cosechas (2006 y 2008), indican que no hay diferencias significativas si se fertiliza el café con 1,0 a 3,0 kg/planta/año de lombricompost, pero sí hay diferencia entre la aplicación de 2,0 a 3,0 kg/planta/año de lombricompost con la producción obtenida al aplicar fertilizantes de síntesis y sin aplicación de algún tipo de fertilizante (orgánico o de síntesis). En este sentido la producción fue 33,5% mayor con la fertilización orgánica al compararse con la del fertilizante de síntesis, y 48,4% mayor a la obtenida sin la aplicación de fertilizante. Se registraron producciones similares al fertilizar el café con 0,5 kg/planta/año de lombricompost y al aplicar fertilizante de síntesis.

Para determinar la dosis exacta de lombricompost basado en pulpa, se realizó un análisis mediante funciones polinomiales. Éstas indicaron que para la Estación Central Naranjal, bajo las condiciones de clima y suelos donde se realizó el estudio, la dosis a aplicar es de 2,5 kg/planta/año de lombricompost (Figura

Tabla 15. Producción en el año 2008 y producción media de tres cosechas (2006 y 2008) (@/ha de c.p.s.), ciclo de renovación (por zoqueo). Experimento FIT1603. Estación Central Naranjal.

Tratamientos Lombricompost por planta y por año		Producción (@/ha/año de c.p.s.)	
		2008	Media
1	0,5 kg	263,6 bc	365,6 bc
2	1,0 kg	319,3 abc	419,6 ab
3	2,0 kg	342,7 ab	465,9 a
4	3,0 kg	386,6 a	492,0 a
5	Testigo con fertilización	239,4 d	327,2 dc
6	Testigo sin fertilización	155,1 dc	253,9 d

Tabla 16. Producción en el año 2008 y producción media de dos cosechas (2006-2008). Experimento FIT1603. Subestación Experimental El Tambo (Cauca).

Tratamientos Lombricompost por planta y por año		Producción (@/ha/año de c.p.s.)	
		2009	Media
1	0,5 kg	13,0 a	162,7 a
2	1,0 kg	14,7 a	158,9 a
3	2,0 kg	21,5 a	176,9 a
4	3,0 kg	17,6 a	174,7 a
5	Con fertilización	21,4 a	175,8 a
6	Sin fertilización	18,8 a	142,8 a

13), fraccionando esta dosis en dos aplicaciones, mitad de ella en el primer semestre y la otra en el segundo semestre del año.

Subestación Experimental El Tambo. En la Tabla 16 se presentan las producciones registradas en el año 2009 y la producción media de cuatro cosechas (2006 a 2009).

Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2009, indican que no hay diferencias estadísticas cuando se fertiliza el café con lombricompost seco en dosis de 0,5 a 3,0 kg/planta/año, o se realiza con fertilizante de síntesis o no se realiza ningún tipo de fertilización, con una producción media de 17,8 @/ha/año de c.p.s. Es de resaltar la fuerte reducción en la producción en el año 2009 al compararse con los años anteriores. La producción media de cuatro cosechas de café (2006 a 2009) mostró resultados similares, es decir, no hay diferencia estadística entre tratamientos, con una producción media de las cuatro cosechas de 165,3 @/ha/año de c.p.s.

En la producción media (cosechas 2006 a 2009), solo se incrementa en un 18,8% (33,0 @/ha de c.p.s.), por la aplicación de fertilizante de síntesis (175,8 @) al compararse con la producción media obtenida con el café sin fertilizar.

Para determinar la dosis de lombricompost basado en pulpa a aplicar, se realizó un análisis mediante funciones polinomiales, las cuales indicaron que para la Subestación Experimental El Tambo, bajo las condiciones de clima y suelos donde se realiza el estudio, la dosis a aplicar es de 3,0 kg/ha/año de lombricompost (Figura 14), fraccionando esta dosis en dos aplicaciones, mitad de ella en el primer semestre y la otra en el segundo semestre del año.

■ Sombrío en cafetales

Establecimiento de café orgánico bajo sombrío en el departamento de Santander. FIT1606.

Esta investigación se está desarrollando con el fin de establecer un sistema para la producción de café orgánico, con el menor sacrificio posible de la producción y que se adapte a las condiciones ecológicas de la zona cafetera del departamento de Santander, y determinar el efecto de la intensidad del

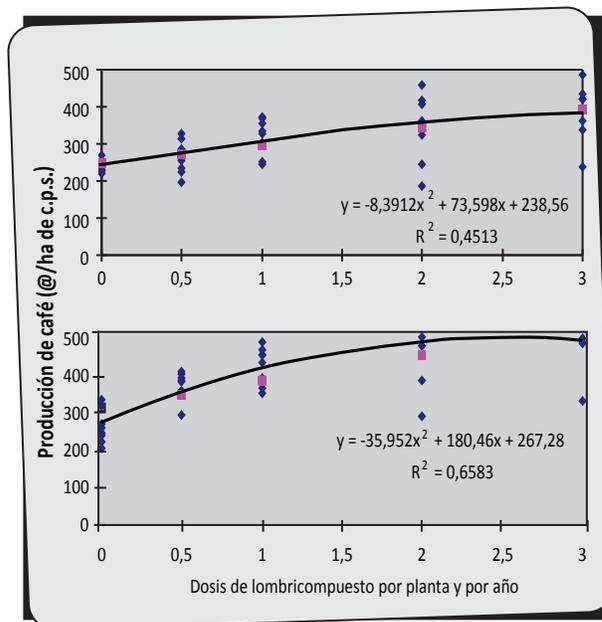


Figura 13. Respuesta en producción del café a libre exposición, a la fertilización orgánica. Experimento Fit 1603. Estación Central Naranjal.

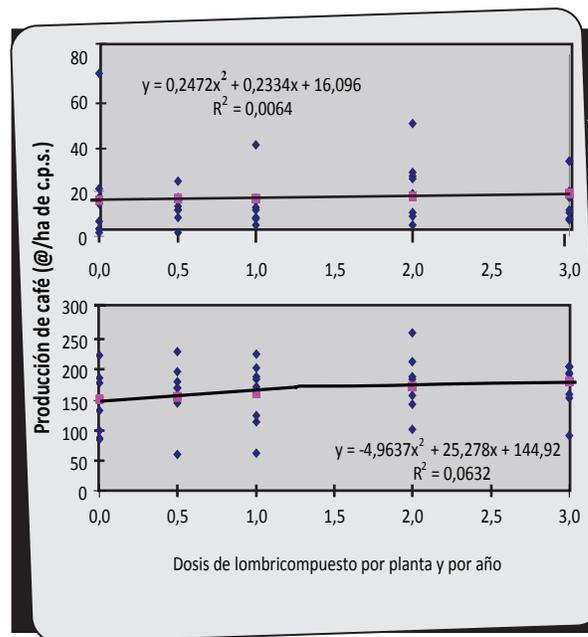


Figura 14. Respuesta en producción del café a libre exposición a la fertilización orgánica. Experimento FIT 1603. Subestación Experimental El Tambo.

sombrío sobre la cantidad y la calidad de la producción del café, cuando se cultiva según los principios de la agricultura orgánica en la zona cafetera del departamento de Santander. Los tratamientos (seis en total), están constituidos por la combinación de

tres niveles de sombra: café a libre exposición, café con guamo + carbonero y café con guayacán + nogal (Factor A) y dos niveles de fertilización orgánica (Factor B) (Tabla 17).

Factor A: Nivel de sombrío

A₁: Café con sombrío de guamo + carbonero

A₂: Café con sombrío de guayacán + nogal

Factor B: Nivel de fertilización

B₀: Café sin fertilización

B₁: Café con fertilización

El experimento está establecido en la Finca El Roble, (Mesa de los Santos, Santander) y está coordinado por la Subestación Experimental Santander.

Los resultados parciales de producción, se presentan en la Tabla 18.

Los análisis estadísticos realizados a la producción de café registrada en el año 2008 bajo cada condición de sombra y nivel de fertilización, no presentan diferencias significativas cuando se cultiva café con sombrío de las dos especies leguminosas y las dos forestales, con fertilización orgánica. Tampoco se registraron diferencias significativas cuando no se realiza algún tipo de fertilización y se cultiva bajo sombrío. Las mejores producciones se obtuvieron con el cultivo de café con sombrío de guamo + carbonero y café con sombrío de guayacán + nogal, con fertilización, con producciones de 261,6 y 210,5 @/ha/año de c.p.s. para el primero y segundo caso, respectivamente.

Tabla 17. Tratamientos aplicados en el Experimento FIT 1606. Subestación Experimental Santander (Finca El Roble).

N°	Tto	Descripción
1	A1 B0	Café con sombrío de guamo + carbonero, sin fertilización
2	A1 B1	Café con sombrío de guamo + carbonero, con fertilización
3	A2 B0	Café con sombrío de guayacán + nogal, sin fertilización
4	A2 B1	Café con sombrío de guayacán + nogal con fertilización

Características de las parcelas.

Características	Guamo + Carbonero	Guayacán + Nogal
Distancia de siembra del café (m)	1,25 x 1,25	1,25 x 1,25
Densidad de siembra del café (plantas/ha)	6.400	6.400
Distancia de siembra del sombrío (m)	7,50 x 7,50	7,50 x 7,50
Densidad de siembra del sombrío (plantas/ha)	178	178
Plantas efectivas de café	784	784
Plantas borde de café	320	320
Plantas efectivas de sombrío	16	16
Plantas borde sombrío	20	20
Área de la parcela (m ²)	2.025	2.025

Tabla 18. Producción en el año 2007 y producción media de dos cosechas (2005-2007). Experimento FIT1606. Subestación Experimental de Santander.

Tratamientos	Producción (@/ha/año de c.p.s.)	
	2008	Media
1	241,4 a	187,9 ab
2	261,6 a	252,8 a
3	210,5 a	163,6 b
4	207,1 a	237,4 a

*Valores con distinta letra, difieren significativamente (Tukey 5%)

La comparación de la producción media registrada de dos cosechas de café (2005 a 2008), indica que cuando se cultiva café con sombrío de guamo y carbonero y guayacán más nogal, con aplicación de fertilizante orgánico, se produce 28,3% más si se fertiliza el café con abonos de síntesis química. Al cultivar café con sombrío guamo más carbonero y guayacán más nogal la producción es igual si se fertiliza el café. También se registraron producciones iguales al cultivar el café con sombrío de las dos especies leguminosas y las dos forestales, y no se aplican fertilizantes orgánicos.

Densidad de siembra óptima en cafetos de porte alto con resistencia a la roya, bajo sombra. FIT1504. Con el fin de determinar la variación en rendimiento por unidad de área en café de porte alto con resistencia a la roya, en diferentes densidades de siembra y con sombrío, se desarrolló el siguiente experimento,

cuyos tratamientos se presentan en la Tabla 19 y las características de las parcelas experimentales se presentan en la Tabla 20.

El experimento fue establecido en el año 2005, y en este informe se presentará la producción de la primera y segunda cosechas (2007 y 2008). Estación Central Naranjal. Los resultados parciales de producción, se presentan en la Tabla 21. Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2008, bajo cada densidad de siembra, muestran diferencias estadísticas cuando se cultiva café variedad Tabi a densidades de 5.000 plantas/ha, en comparación con la producción registrada con 1.666, 2.500, 3.333 y 4.166 plantas/ha. El análisis de la producción media de dos cosechas (2007 y 2008), mostró que no hay diferencia estadística entre las producciones medias registradas con 4.166 y 5.000

Tabla 19. Tratamientos del Experimento FIT1504.

N°	Distancias de siembra del café (m)	Densidad de siembra (plantas/ha)
1	2,00 x 3,00	1.667
2	2,00 x 2,00	2.500
3	2,00 x 1,50	3.333
4	2,00 x 1,20	4.167
5	2,00 x 1,00	5.000

Tabla 20. Área de la parcela efectiva y número de plantas efectivas de acuerdo con la densidad de siembra del café.

Tratamiento	Distancias de siembra del café (m)	Número de plantas efectivas por parcela	Área de la parcela (m ²)
1	2,00 x 3,00	77	360
2	2,00 x 2,00	121	400
3	2,00 x 1,50	165	420
4	2,00 x 1,20	209	432
5	2,00 x 1,00	220	440

Tabla 21. Producción de café pergamino seco (@/ha), en los años 2007 y 2008, y producción media de las dos cosechas en @ c.p.s.ha-1, Experimento Fit 1504. Estación Central Naranjal (Caldas).

Tratamiento	Distancias de siembra del café (m)	2007	2008	Media
1	2,00 x 3,00	11,1 c	49,7 c	30,4 c
2	2,00 x 2,00	18,7 bc	64,8 abc	41,8 bc
3	2,00 x 1,50	21,3 bc	61,3 bc	41,3 bc
4	2,00 x 1,20	26,5 b	70,5 ab	48,5 ab
5	2,00 x 1,00	42,4 a	80,4 a	61,4 a

*Registros con letras diferentes indican diferencias estadísticas según prueba Tukey al 5,0%

plantas/ha, y tampoco se registraron diferencias con plantaciones establecidas con 1.666, 2.500, 3.333 y 4.166 plantas/ha.

▪ Sistemas de producción de cultivos intercalados con café

Estudio del sistema de producción frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) relevo maíz (*Zea mays* L.) intercalado con zocas de café (*Coffea arabica* L.). FIT1804. Se evaluó si el arreglo interespecífico frijol relevo maíz intercalado en zocas de café afectaba la producción de las dos primeras cosechas de café. Se presentan resultados de la Subestación Experimental El Rosario, Venecia, Antioquia.

De acuerdo con el análisis no se encontró efecto de los sistemas de producción frijol relevo maíz intercalado con zocas de café en la producción media, el factor de rendimiento en trilla (FRT) y el factor de conversión (FC), esto corrobora resultados anteriores donde el maíz había sido componente específico en sistemas de producción similares. En consecuencia, el sistema de producción frijol relevo maíz intercalado con

zocas de café, es factible en términos agronómicos; adicionalmente, se produce maíz, liberando a este sistema de costos al usar tutorado artificial (Tabla 22).

Proyecto maíz (*Zea mays* L.) de la zona cafetera. Convenio FEDERACAFÉ–CIMMYT–FENALCE. Informe de CIMMYT. Luego de cumplirse con el objetivo de liberar tres híbridos blancos (FNC3051, FNC3054 y FNC3056) y dos híbridos amarillos (FNC317 y FNC318), la siguiente fase fue la multiplicación de estos híbridos y su difusión por FENALCE y FEDERACAFÉ hacia los productores, para capitalizar las ventajas de estos materiales de alto potencial de rendimiento y tolerantes a las enfermedades de hoja prevalentes en la zona cafetera.

En el año 2009, las actividades se circunscribieron a la siembra de ensayos experimentales en las Subestaciones Experimentales La Catalina (Risaralda) y Paraguaicito (Quindío), con la finalidad de evaluar el potencial de rendimiento de nuevos híbridos amarillos y blancos, así como evaluar el comportamiento de líneas con diferente grado de endogamia con relación a la pudrición de mazorca, problema que cada vez provoca mayor daño en la zona cafetera.

Tabla 22. Producción de café pergamino seco (@/ha), factor de rendimiento en trilla y factor de conversión cereza a café pergamino seco, de una zoca intercalada con el sistema frijol relevo maíz. Subestación Experimental El Rosario (Venecia, Antioquia). 2007 - 2008.

Descripción de los Tratamientos		Cosechas de café			Factor de rendimiento en trilla	Factor de conversión
Tutor	Días después de la siembra de maíz	2007	2008	Media		
Variedad ICA-V-305	60	265,5	363,0	314,2	87,3	4,7
Variedad ICA-V-305	90	307,2	380,5	343,8	88,3	4,7
Variedad ICA-V-305	120	341,8	382,7	362,2	87,4	4,6
ICA-V-305-Solo//Café	0	299,4	352,7	326,0	87,4	4,7
Híbrido FNC-3054	60	350,2	351,3	350,7	86,4	4,7
Híbrido FNC-3054	90	256,5	384,0	320,2	87,5	4,7
Híbrido FNC-3054	120	280,8	428,1	354,4	88,4	4,7
FNC-3054 solo//Café	0	318,8	354,5	336,7	87,2	4,7
Maíz regional	60	308,8	395,0	351,9	87,6	4,7
Maíz regional	90	301,4	376,8	339,1	87,4	4,7
Maíz regional	120	321,4	353,1	337,2	88,2	4,7
Regional solo//Cafe	0	263,4	329,4	296,4	87,2	4,8
Café (Testigo absoluto)	0	347,8	354,6	351,2	87,3	4,7
Tutor artificial	60	303,8	362,0	332,9	86,6	4,7
Tutor artificial	90	312,8	384,9	348,9	88,4	4,7
Tutor artificial	120	354,7	370,1	362,4	86,4	4,7
Media general		308,4	370,1	339,3	87,4	4,7
Coficiente de Variación (%)		17,7	11,2	11,3	1,7	1,6

En La Catalina, se evaluaron 929 cultivares, de los cuales 270 fueron líneas y 659 híbridos. Aproximadamente la mitad del germoplasma evaluado fue maíz de grano color amarillo. En el grupo de híbridos blancos se observa que el FNC3056 sigue teniendo un buen comportamiento, aunque se han observado híbridos que rinden hasta 92% más que el mejor testigo, por ejemplo, en un ensayo el rendimiento del mejor testigo fue de 5,02 t/ha mientras que el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de 9,67 t/ha. En el grupo de híbridos amarillos se han observado híbridos experimentales con un rendimiento superior en 80% comparado con el rendimiento del mejor testigo, por ejemplo, en un ensayo el rendimiento del mejor testigo fue de 5,42 t/ha mientras que el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de 9,74 t/ha.

En Paraguaicito, se evaluaron 510 cultivares de los cuales 25 fueron líneas y 485 híbridos. Aproximadamente dos tercios del germoplasma evaluado fue maíz de grano color amarillo. En el grupo de híbridos blancos, igualmente FNC3056 sigue teniendo un buen comportamiento, aunque se han observado híbridos que rinden hasta 85% más que el mejor testigo, por ejemplo, en un ensayo el rendimiento del mejor testigo fue de 4,92 t/ha mientras que el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de 9,12 t/ha. Igualmente, en el grupo de maíces amarillos el mejor híbrido experimental rindió 54% más (8,42 t/ha) comparado con el rendimiento del mejor testigo (5,48 t/ha). Los resultados obtenidos en La Catalina y Paraguaicito permiten afirmar que se dispone de un grupo de híbridos experimentales con rendimientos y características agronómicas superiores al rendimiento de aquellos actualmente en el mercado.

Con relación a la respuesta de las 270 líneas a la pudrición de mazorca, se observaron rangos de infección de 0 a 88% de pudrición; sin embargo, alrededor del 50% de las líneas mostraron un daño menor al 10% de pudrición.

Proyecto maíz (*Zea mays* L.) de la zona cafetera. Convenio FEDERACAFÉ – CIMMYT – FENALCE. Informe de FENALCE. Durante los dos años anteriores se tenían dos grupos de híbridos experimentales, blancos y amarillos, en pruebas de eficiencia, en diferentes regiones colombianas. Como resultado de las mismas fueron aprobados tres híbridos blancos y tres amarillos para el valle del río Cauca. Durante este período se completaron las pruebas para el valle del Magdalena y la zona cafetera. El híbrido de mayor acogida y difusión dentro de este grupo, ha sido el

triple amarillo FNC 114, con rendimientos que han superado las 8 t/ha.

Dentro del proyecto de mejoramiento que se lleva con CIMMYT, igualmente fue inscrito para esta zona el híbrido amarillo FNC 318. En esta forma, como resultado de la investigación FENALCE-FEDERACAFÉ-CIMMYT, además de la variedad ICA V 305, que se viene usando desde hace varios años, los agricultores de la zona cafetera disponen ahora de tres híbridos de maíz de muy buenas características agronómicas, alta resistencia a enfermedades y excelentes rendimientos: FNC 3056, de grano blanco cristalino, y los amarillos FNC 114 y FNC 318. Estas semillas pueden ser usadas tanto en monocultivo como en asociación café-maíz, con altos rendimientos comerciales que, en el caso de FNC 3056, han llegado a las 9 t/ha.

Como resultado de la investigación más reciente, se ha obtenido un nuevo grupo de híbridos sencillos amarillos, altamente resistentes al llamado Complejo mancha de asfalto, que conforman una serie denominada Galileos. Nueve de estos híbridos han sido seleccionados para pruebas de eficiencia ante el ICA, las cuales fueron iniciadas en el presente año. Dentro de éstos, en los diferentes ensayos llevados a cabo en Paraguaicito (Quindío) y La Catalina (Risaralda), se han destacado especialmente los experimentales GALILEO 33, GALILEO 29, GALILEO 52 y GALILEO 5, con rendimientos entre 8 y 9 t/ha. De ser aprobados por el ICA, se espera poder ofrecer alguno de estos materiales a los agricultores de la zona, a partir del próximo año.

IV. INVESTIGACIÓN REGIONAL

El programa de Experimentación ha consolidado la presencia de Cenicafé a escala Regional y ha desarrollado estrategias desde las fronteras de investigación, de fomento y de difusión tecnológica, para abordar las necesidades en cada área de influencia.

Como socio estratégico, el líder de cada estación experimental (EE) ha conseguido que el Comité de cafeteros en cada sitio promueva la capacitación de su personal técnico, difunda las tecnologías desarrolladas y aplicadas *in situ*, utilizando los recursos y la logística de cada una, mantenga un canal de comunicación abierto para transmitir las necesidades de caficultores y técnicos y sobre todo, que encuentre un respaldo institucional.

En los últimos años las EE han realizado cambios notorios que apuntan a la estrategia de la cultura organizacional, para ello han desarrollado actividades que tienen como función el mejoramiento de sus procesos, es así como basados en las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y en el marco del Sistema Integrado de Gestión (SIG), han promovido los mejoramientos que se reflejan en la calidad de producto, de información, el buen trato, el pago justo y la armonía con el medio ambiente.

Como parte fundamental del ejercicio técnico administrativo, le corresponde al programa diseñar mecanismos que permitan unificar criterios de contratación y de manejo de la información técnica, capacitación de los colaboradores, mejoramiento de la planta física y brindar herramientas para captura de información y análisis.

▪ Proyectos experimentales en las Subestaciones

Áreas experimentales y otros usos de la tierra. Las Estaciones Experimentales (EE) cuentan con un área total de 526 hectáreas, de las cuales en actividad experimental y económica se encuentran 225 hectáreas (Tabla 23). El 35% del área total se ocupa en café, el 5% en forestales y un 2,3% entre macadamia, cítricos y maíz. Se destaca en el uso del suelo, las áreas de conservación y sembradas con guadua, que corresponden al 15% del total, así mismo, el potencial de áreas que se encuentran disponibles para uso experimental o explotación económica es de 103 hectáreas, de las cuales Naranjal, Paraguaicito y La Catalina tienen el 88%. Con relación al año anterior las variaciones en uso del suelo fueron mínimas, entre las que se destaca el aumento del 1,5% del área en destinación a investigaciones de café y en 1% a investigación forestal; se presentó disminución en 1,4% en área de café a destinación comercial. En la Tabla 23 también se muestra el área en fincas en la cual las EE apoyan las investigaciones, son 17,6 ha, un 20% más que el año anterior, y Santander y Líbano cuentan con el 98% del total.

Temas de investigación en las Subestaciones y fincas particulares, y su relación con las áreas clave. En la Tabla 24 se presentan las investigaciones que realizan las Estaciones Experimentales en sus sedes, las cuales corresponden a 117 investigaciones que presentan

entre una y ocho repeticiones, para un total de 199 réplicas de experimentos. La mayor cantidad de réplicas de experimentos se contabiliza en la Estación Central Naranjal (86), le siguen La Catalina con 27, Paraguaicito con 25, El Rosario con 15, El Tambo y Líbano cada una con 12 y Pueblo Bello y Santander con 11 cada una.

En la Tabla 25 se registran las investigaciones que se realizan en fincas, con la coordinación de las EE, las cuales corresponden a 14, cada una con una réplica. Santander y Líbano atienden seis investigaciones cada una, las dos restantes se dividen entre Naranjal y El Tambo.

Se destacan las investigaciones enfocadas hacia la Productividad Agronómica, correspondientes al 39%, seguidas por Conocimiento Estratégico y Viabilidad Económica con el 19% y 15%, respectivamente. Con relación al año anterior el número de réplicas totales decreció en 16%, justificado en la unificación de proyectos de investigación que presentaran idénticos objetivos, incluyendo aquellos experimentos en convenio, principalmente de maíz.

Experimentos por Disciplinas y Programas. El Programa de Biología presenta el mayor número de réplicas de investigación, con el 45%, seguido por Agronomía con el 29%. Al nivel de Disciplinas entre Mejoramiento Genético, Suelos y Fitotecnia tienen el 60% de las réplicas de investigación, con una participación del 32%, 15% y 13%, respectivamente; ETIA cuenta con 23 réplicas de investigaciones, Fitopatología con 14, Entomología con 12 y el Programa de Experimentación con 13 réplicas, que en su total representan el 29% (Tabla 26).

▪ Producción de semillas de variedades de café mejoradas

Parque productivo actual. Cenicafé soporta la producción de semilla en un parque actual de 72,5 ha, de las cuales el 80% corresponde a la Variedad Castillo® y Variedad Castillo® Regional. La Estación Central Naranjal cuenta con la mayor área, en donde además se soporta la mayor parte de la producción de Tabi y de variedades con certificación orgánica. En el área ocupada por la semilla se encuentran sembradas 379.000 plantas, de las cuales la mayor proporción corresponde a la Variedad Castillo® con el 57%.

Tabla 2.3. Distribución del área de las Estaciones Experimentales según el uso de la tierra. 2008 – 2009.

Estación Experimental	Uso de la tierra (Hectáreas)																
	Café Exptos Semilla	Café Comercial	Café Exptos Forestal	Plátano	Macadamia	Cítricos	Caucho	Maíz	Bosques	Pastos	Guadua	Conservación Aguas	Infraestructura	Otros	Área Exptal Disponible	Área Fincas	
El Rosario	3,58	3,48	1,40	0,14		0,20		0,80	3,60	6,60	0,40		2,26	0,00	22,49	0,90	
El Tambo	6,00		2,00	0,50							0,50		0,10		10,90	1,80	0,31
La Catalina	9,53	0,00	2,09	0,01				1,29	0,00	0,09	2,71	3,59	1,21	1,61	41,47	19,34	
Libano - La Unión	0,85	2,24		0,03						0,63		0,21	0,26	0,12	6,00	1,87	0,95
Libano - La Trinidad	4,01	8,53		0,10		0,03				0,70		3,21	0,66	0,25	18,00	1,88	6,71
Naranjal - Romelia	45,4	40,2	13,4			2,6				17,80	15,70	32,60	3,90	27,00	198,60	45,00	
Paraguaicito	4,82		3,56	0,17399	4,79		3,89	2,11	5,10	4,86	9,64	2,50	0,19	14,34	57,43	26,19	
Pueblo Bello	8,76	0,72	3,00			0,40			76,00	11,61	2,80	8,00	1,70	12,81	142,00	4,50	
Santander	2,24	2,31	2,50						7,20	3,38	0,10	1,00	1,10	8,47	28,94	1,75	9,61
TOTAL	85,19	57,48	27,95	0,95	4,79	3,23	3,89	4,20	91,90	45,67	31,85	51,11	11,38	64,60	525,83	103,23	17,58

Tabla 24. Experimentos desarrollados en las Estaciones Experimentales 2008-2009.

Área Clave	Investigación	Título	El Rosario	El Tambo	La Catalina	Líbano	Naranjal - Romelia	Paraguaitico	Pueblo Bello	Santander	Total
Calidad y Cafés Especiales	BDC0120	Conservación de las aves migratorias boreales en zonas cafeteras de los andes colombianos - TNC				1					1
	FIT1601	Evaluación de la producción de café en sistemas sostenibles con sombrío estratificado					1				1
	FIT1603	Determinación de la respuesta en producción del café al sol a la fertilización con lombricompost.		1			1			1	3
	FIT1608	Fertilización mineral potásica como alternativa complementaria a la fertilización con materia orgánica, en sistemas de producción de café orgánico							1		1
	FIT1613	Respuesta en producción del café a la fertilización con residuos compostados de palma africana								1	1
	MEG1502	Evaluación de la colección colombiana de café (Etiopes) por taza y compuestos químicos no volátiles		1					1		2
Conocimiento Estratégico	BIO0310	Método de muestreo para estimar la infestación por broca del café, con el parámetro número de frutos perforados por broca.					1				1
	ENT1824	Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo.					1	1			2
	ENT1916	Identificación de especies de palomilla en la raíz del árbol de café en los departamentos cafeteros de Colombia.	1	1							2
	ETI0129	Establecimiento y evaluación inicial de un huerto semillero clonal de guayacán rosado <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC en la subestación experimental La Catalina en Risaralda.			1						1
	FIS1011	Productividad del café y su relación con la eficiencia en el uso del nitrógeno	1								1
	GEN1101	Desarrollo de un mapa genético de café			1						1
	GEN1102	Localización de genes de interés agronómico en el genoma del café					1				1
	GEN1105	Desarrollo de marcadores ligados a genes de resistencia contra la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i>)					1				1
	GEN1107	Determinación de la variabilidad genética de la floración					1				1
	GEN1119	Estudio de los componentes genéticos y ambientales asociados a la calidad del café		1	1		1	1	1		5
	GEN1204	Herencia de caracteres genéticos en la broca del café <i>H. hampei</i> (Coleoptera:Scolytidae) endogamia, mezcla, segregación y posici. de marcadores moleculares			1		1				2
	MEG0502	Mantenimiento de árboles sobresalientes (II), seleccionados en diferentes experimentos					1				1
	MEG0503	Parcelas de progenies F1 de cruzamiento entre diferentes materiales para estudios de genética					1				1
	MEG0506	Mantenimiento de progenies F1 resultantes de cruzamientos entre diferentes recursos genéticos					1				1
	MEG0510	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos. (banco de germoplasma 1)					1				1
	MEG0516	Colección de introducciones procedentes de Etiopía					1				1
	MEG0517	Colección de introducciones procedentes de Etiopía, seleccionadas en Francia					1				1
	MEG0520	Parcelas de progenies F2 derivadas de cruzamientos entre Caturra x Híbrido de Timor					1				1
	MEG0523	Parcelas de progenies F1 derivadas de cruzamientos complejos entre especies de <i>Coffea</i>					1				1
	MEG0525	Colección de especies y variedades de <i>Coffea</i> (Cenicafé)					1				1
	MEG0526	Renovación de materiales introducidos del África y América.					1				1

Continúa...

...continuación

Productividad Agronómica	MEG1401	Población F1 de <i>C. liberica</i> x <i>C. eugenioides</i> para la construcción de un mapa genético						1		
	MEG1405	Desarrollo de poblaciones para análisis de QTLs y utilización en la disciplina						1		
	MEG1406	Construcción del mapa genético de café						1		
	MEG1601	Caracterización de 50 introducciones provenientes de Kaffa						1		
	MEG1602	Caracterización de 50 introducciones sembradas en el Etiopía I, originarias de Kaffa						1		
	PAT0107	Identificación de razas fisiológicas de <i>Hemileia vastatrix</i> presentes en el Híbrido de Timor y sus derivados	1		1	1		1	1	
	PAT1904	Caracterización <i>Rosellinia</i> asociadas café						1		
	SUE0334	Estudio del movimiento del agua en suelos de ladera derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana						1		
	CONVENIO COOPERATIVA DE CAFICULTORES DE RISARALDA	Programa FLO, Germinadores de Café			1					
	ENT1417	Evaluación de la dinámica poblacional de la broca del café en condiciones de campo						1		
	ENT1604	Eval. formulación comercial hongo <i>Beauveria bassiana</i>			1					
	ENT1607	Eval. equipos aspersion rel.gotas operar			1					
	ENT1618	Evaluación de nuevas moléculas de insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)			1					
	ENT1620	Validación del efecto de nuevos insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)			1			1		
	EXP5303	Distribución de las floraciones y la cosecha de café con base en los registros de floración.	1	1	1	1		1	1	1
	EXP5602	Programas de Variedades Nuevas	1			1		1		1
	FIT1410	Efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre la producción del cultivo del café						1		
	FIT1504	Densidad de siembra óptima en cafetos de porte alto con resistencia a la roya, bajo sombra		1				1		1
	FIT1505	Efecto de la población dinámica de tallos sobre la producción de café (<i>Coffea arabica</i> L.)		1				1		
	FIT1512	Comparación ciclos renovación cafetales					1			
	FIT1513	Comparación implantar sistemas cafetales						1		
	FIT1515	Porcentaje pérdida zocas producción café			1					
	FIT1707	Efecto de la intensidad del sombrero sobre la respuesta del café al fertilizante								1
	MEG0106	Evaluación variabilidad linajes S2 y S3						1		
	MEG0189	Evaluación de mezclas de progenies F4 de (Cat x H de T). Zocas del antiguo expto. 77-9 o FM8A.						1		
	MEG0191	Reconstitución del genotipo del Híbrido de Timor iv. cruces de (C x H de T) x (C x de T)						1		
	MEG0193	Nuevos cruzamientos de variedades de porte alto x H. de T.III.						1		
MEG0194	Evaluación regional selección V.Colombia				1					
MEG0311	Evaluación agronómica de 40 progenies F2 de genotipos con resistencia a CBD						1			
MEG0312	Evaluación agronómica de 40 progenies F2 de cruces simples y dobles entre genotipos con resistencia a CBD						1			
MEG0313	Evaluación de genotipos F2 y F3 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad						1			
MEG0314	Evaluación agronómica de genotipos F4 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad						1			
MEG0315	Evaluación agronómica de genotipos F5 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad						1			
MEG0508	Prop. Catuai						1			
MEG0527	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos (banco de germoplasma 2)						1			

Continúa...

	MEG0712	Campo de propagación de semillas de caturra autofecundado						1				1
	MEG1313	Evaluación de poblaciones F2 de caturra x introducciones de Etiopía	1					1				2
	MEG1316	Evaluación de plantas F2 de (C x H de T) H.T procedentes del experimento MEG0177						1		1		2
	PAT0173	Efecto del VERDADERO 600 WG (Thiamethoxam + Cyproconazole) en el control de la roya del caféto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br.).						1	1			2
	PAT0174	Efecto del VERDADERO 600 WG (Thiamethoxam + Cyproconazole) en el control de la roya del caféto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br.).						1				1
	PAT0176	Evaluación del fungicida F500 (Pyraclostrobin) para el control de la roya, mancha de hierro y mal rosado del caféto			1							1
	PAT0721	Manejo de llaga macana del caféto con materiales resistentes e injertos						1				1
	SUE0528	Efecto del fraccionamiento de la fertilización en la producción y calidad de café	1					1	1		1	4
	SUE0533	Fertilización con zinc en el cultivo de café	1									1
	SUE0536	Efecto de la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre la producción del café						1	1		1	3
	SUE0537+B24	Evaluación de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de café	1			1		1	1			4
	SUE0538	Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción			1			1	1			3
	SUE0540	Efecto de fuentes y dosis de potasio sobre la producción y calidad del café			1			1	1			3
	SUE0546	Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café después de la renovación por zoca			1			1			1	3
	SUE1025	Evaluación de glufosinato de amonio para el manejo integrado de arvenses en el cultivo de café			1							1
Sistemas de Producción Complementarios	CONVENIO CIMMYT	Búsqueda de nuevos materiales de maíz promisorios para la zona cafetera			1				1			2
	CONVENIO FENALCE	Búsqueda de nuevos materiales de maíz promisorios para la zona cafetera							1			1
		Evaluación de enfermedades en el cultivo de maíz			1							1
		Evaluación de genotipos de frijol tolerantes a la sequía							1			1
	CONVENIO SEMILLAS DEL VALLE	Pruebas Agronómicas de materiales de maíz para zona cafetera.			1				1			2
	ETI0111	Ensayo de procedencias y progenies para dos espec. forest. tropic. de alto valor comercial de la región cafetera colombiana (<i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>).						1	1	1	1	4
	ETI0125	Selección de árboles plus y evaluación genética de las mejores 20 progenies de las especies <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken y <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) D.C			1			1	1			3
	FIT1804	Sistema de producción de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) relevo maíz (<i>Zea mays</i> L.) intercalado con zoca de café (<i>Coffea arabica</i> L.)	1									1
FIT1805	Estudio del sistema de producción frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) relevo maíz (<i>Zea mays</i> L.) intercalado con zocas y siembras nuevas de café (<i>Coffea arabica</i> L.)	1	1		1						3	
FIT1812	Estudio del sistema de producción tabaco burley (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) intercalado con café (<i>Coffea arabica</i> L.)			1					1			2
Sostenibilidad Ambiental	ACL0101	Funcionamiento estaciones climatológicas en la zona cafetera norte	1	1	1	1		1	1	1	1	8
	BDC0407	El papel de los organismos del suelo en la regeneración de especies vegetales de bosque montano tropical, pastizales y cafetales						1				1
	ETI0112	Conservación de recursos genéticos forestales en la región andina colombiana	1	1				1				3
	ETI2301	Implementación del Sistema de Gestión de Calidad en La Estación Central Naranjal			1			1	1			3
	ETI2302	Implementación del Sistema de Gestión Ambiental en La Estación Central Naranjal			1			1	1			3
	ETI2303	Desarrollo e implem. del sist. de gest. en resp. social en el proc. de produc. de café (semilla y conv. com.) en la Est. Cent. Naranjal y en la Granja de Cenic.			1			1	1			3

Continúa...

...continuación

	SUE0906	Prevención y control de la erosión del suelo a nivel de finca cafetera				1							1
	SUE0918	Impacto de la erosión en la producción del cultivo del café y en la calidad del suelo	1										1
	SUE1016	Interferencia de las coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café					1						1
Viabilidad Económica del Café	ECO0204	Evaluación económica de tres sistemas de producción de café					1						1
	ENT1409	Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca						1					1
	ENT1702	Evaluación de la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados			1								1
	ING0175	Validación de métodos de recolección manual asistida y semi-mecanizada del café					1						1
	ING1402	Efecto de la distribución espacial y del número de plantas por sitio en la cosecha mecanizada del café					1						1
	MEG0232	Cruzamientos para estudios de herencia de la resistencia					1						1
	MEG0279	Selección de progenies candidatas a conformar variedades compuestas con resistencia durable a roya con participación de los caficultores. Ensayo I. Naranjal	1	1	1		1	1	1	1	1	1	7
	MEG0310	Evaluación agronómica de materiales con resistencia a CBD probados en Portugal					1						1
	MEG0511	Mantenimiento de progenies de Borbón resistente a la llaga macana					1						1
	MEG0524	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos AS3					1						1
	MEG0656	Evaluación de progenies F1 RC1 de plantas seleccionadas de los experimentos MEG0611 y MEG0635					1						1
	MEG0657	Evaluación de progenies F1 RC1 y F2 RC1 de plantas seleccionadas en ocho experimentos					1						1
	MEG0658	Evaluación de progenies F4RC1 del experimento MEG0638					1						1
	MEG0659	Evaluación de progenies F3RC1 del experimento MEG0639					1						1
	MEG0660	Evaluación de progenies F3RC1 y F4RC1 de híbridos con <i>C. canephora</i>					1						1
	MEG0661	Evaluación de progenies F1RC2 y F2RC1 de híbridos con <i>C. canephora</i>					1						1
	MEG1409	Evaluación agronómica de la F3 de la población de mapeo para hacer análisis de QTL		1		1	1	1					4
	MEG2201	Mejoramiento por hibridación para la obtención de variedades de café resistentes a la broca					1						1
	PAT0726	Evaluación de progenies F3 y F4 con resistencia a roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) y a llaga macana (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)					1						1
	PAT1109	Efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivo de café					1						1
	SUE0520	Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo					1	1					2
	Total General			15	12	27	12	86	25	11	11	11	199

Tabla 25. Experimentos desarrollados en Fincas Coordinados por Estaciones Experimentales 2008-2009.

Área Clave	Investigación	Título	Estación Experimental				Total
			El Tambo	Líbano	Naranjal - Romelia	Santander	
Calidad y Cafés Especiales	FIT1606	Establecimiento de café orgánico a libre exposición y bajo sombrío en el departamento de Santander.				1	1
Productividad Agronómica	FIT1504	Densidad de siembra óptima en cafetos de porte alto con resistencia a la roya, bajo sombra				1	1
	FIT1706	Comparación de la producción entre tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de Inga sp..				1	1
	FIT1712	Comparación de la producción de café bajo sombra de cinco especies leguminosas y con diferentes densidades de siembra de cada sombrío en el depto. de Santander.				1	1
	FIT1713	Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en el departamento de Santander.				1	1
	MEG0290	Obtención de Variedad Castillo® Regional para el departamento de Santander				1	1
	PAT0175	Efecto del fungicida AMISTAR XTRA 28 SC (Azoxystrobin + Cyproconazol) en el control de la roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado.			1		1
	SUE0528	Efecto del fraccionamiento de la fertilización en la producción y calidad de café		1			1
	SUE0533	Fertilización con zinc en el cultivo de café	1				1
	SUE0538	Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción		1			1
Sistemas de Producción Complementarios	ETI0111	Ensayo de procedencias y progenies para dos espec. forest. tropic. de alto valor comercial de la región cafetera colombiana (<i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>).		1			1
	ETI0113	Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para la reforestación industrial.		1			1
Sostenibilidad Ambiental	ETI0112	Conservación de recursos genéticos forestales en la región andina colombiana.		1			1
Viabilidad Económica	SUE0520	Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo		1			1
Total General			1	6	1	6	14

Se destaca el hecho que las plantas de Variedad Castillo® Regional, a excepción de Pueblo Bello, se hayan establecido con dos tallos por sitio. El total de tallos que conforma el parque es de 510.800, discriminados en 252.500 para Variedad Castillo®, 200.000 para Variedad Castillo® Regional, 11.000 para Tabi y 47.300 para las variedades con certificado orgánico (Tabla 27).

Producción de semilla. En el año 2009 se produjeron 77.500 kg de semilla de las variedades mejoradas; en la Tabla 28 se discrimina por variedad y por localidad la semilla producida. Para el caso del análisis se integra a Maracay como localidad productora, en la cual de manera temporal se habilitó la producción,

dado su antecedente como productora de semilla, con parque establecido para este propósito, cuando era parte del grupo de las Estaciones Experimentales, situación que se mantuvo hasta diciembre de 2002.

La Estación Central Naranjal produce el 58% de la semilla, razonable si se tiene en cuenta que cuenta con el 68% del parque de semilla, le siguen en producción Líbano con 18%, El Rosario con 11% y Maracay con 10%. Por variedad, la producción se concentró en la Variedad Castillo® con el 76,3%, seguido por las Variedades Castillo® Regionales con el 22,8%, dentro de éstas se destacan los envíos efectuados de Variedad Castillo® Naranjal y Variedad Castillo® El Rosario, cercanos a 4.000 kg, cada uno.

Tabla 26. Número de experimentos en las Estaciones Experimentales por Programas y Disciplinas. 2008 – 2009.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL	AGRONOMÍA		BIOLOGÍA			POSTCOSECHA		ETIA		APOYOS BÁSICOS			CONVENIOS		EXPERIMENTACIÓN			FINCAS				TOTAL	
	FIT	SUE	ENT	FIS	MEG	PAT	ING	ETI	ACL	BIO	ECO	BDC	EXP	SUE	FIT	MEG	ETI	PAT	EXPTOS				
El Rosario	2	4	1	1	3-	1		1					2									15	
El Tambo	4		1		4			1	1				1								1	13	
La Catalina	2	3	5		4	2		5	1				1									27	
Libano	2	3			2	1			1	1			2			3					3	18	
Naranjal - Romelia	6	9	3		47	7	2	6	1	1	1	1	2								1	87	
Paraguaicito	1	6	2		3	2		5	1				1									25	
Pueblo Bello	3				4			1	1				2									11	
Santander	3	4			1			1	1				2				5	1				17	
Subtotal	23	29	12	1	67	13	2	20	7	2	1	1	13	4	5	1	3	1				213	
TOTAL		52			93		2	20		10	1	8	13		14							213	

Tabla 27. Parque Productivo de Semilla 2008 – 2009.

Estación	Tipo Producción	Variedad	Año de labor de renovación	Año de próxima renovación	Tallos por sitio	Área (ha)	Número de plantas tallos 2009	Número de tallos en producción 2010	Kilogramos de cps semilla 2010
El Rosario	Convencional	Castillo	2004	2010	1	0,3	3.300,0	-	-
El Rosario	Convencional	Castillo	2005	2010	2	0,6	1.556,0	-	-
El Rosario	Convencional	Castillo	2006	2011	1	0,5	4.400,0	4.400,0	700,0
Libano	Convencional	Castillo	2004	2009	2	1,1	5.090,0	3.942,0	875,0
Libano	Convencional	Castillo	2005	2010	2	0,6	2.856,0	5.712,0	1.375,0
Libano	Convencional	Castillo	2005	2011	2	3,9	17.907,0	35.814,0	13.000,0
Libano	Convencional	Castillo	2006	2010	1	1,8	15.763,0	-	-
Libano	Convencional	Castillo	2006	2010	2	0,7	2.895,0	5.728,0	2.000,0
Libano	Convencional	Castillo	2007	2012	2	0,2	1.488,0	2.132,0	800,0
Maracay	Convencional	Castillo	2006	2011	1	1,2	11.729,0	11.729,0	2.686,0
Maracay	Convencional	Castillo	2008	2013	1	3,6	35.806,0	35.806,0	-
Maracay	Convencional	Castillo	2009	2014	1	0,2	1.825,0	1.825,0	-
Naranjal	Convencional	Castillo	2005	2010	1	2,5	13.568,0	-	-
Naranjal	Convencional	Castillo	2005	2010	2	0,1	225,0	450,0	60,0
Naranjal	Convencional	Castillo	2006	2011	1	5,4	41.199,0	41.199,0	6.174,0
Naranjal	Convencional	Castillo	2006	2011	2	1,1	2.500,0	5.000,0	1.337,0
Naranjal	Convencional	Castillo	2007	2012	1	6,7	50.375,0	50.375,0	13.463,0
Santander	Convencional	Castillo	2004	2010	2	0,5	2.050,0	3.100,0	1.400,0
Santander	Convencional	Castillo	2006	2012	2	0,7	2.750,0	3.300,0	1.237,0
	Convencional Total					31,5	217.282,0	252.494,0	45.107,0
Libano	Convencional Porte Alto	TABI	2005	2012	1	0,2	1.020,0	-	-
Naranjal	Convencional Porte Alto	TABI	2005	2010	1	3,8	9.440,0	9.440,0	2.283,0
Santander	Convencional Porte Alto	TABI	2004	2010	1	0,2	600,0	600,0	300,0
	Convencional Porte Alto Total					4,2	11.060,0	11.060,0	2.583,0
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2006	2010	2	0,2	550,0	1.100,0	126,0
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2006	2012	2	0,6	1.526,0	3.053,0	698,0
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2007	2012	2	0,5	1.164,0	2.327,0	534,0
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2007	2013	1	0,6	4.172,0	4.172,0	956,0

Continúa...

...Continuación

Estación	Tipo Producción	Variedad	Año de labor de renovación	Año de próxima renovación	Tallos por sitio	Área (ha)	Número de plantas tallos 2009	Número de tallos en producción 2010	Kilogramos de cps semilla 2010
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2007	2013	2	0,6	1.549,0	3.098,0	710,0
El Rosario	Convencional Regional	Castillo El Rosario	2009	2015	2	0,5	1.283,0	2.566,0	-
Líbano	Convencional Regional	Castillo La Trinidad	2007	2013	2	0,9	3.690,0	7.380,0	2.800,0
Líbano	Convencional Regional	Castillo La Trinidad	2008	2013	1	0,3	2.046,0	2.046,0	500,0
Líbano	Convencional Regional	Castillo La Trinidad	2008	2013	2	0,1	420,0	840,0	250,0
Líbano	Convencional Regional	Castillo Sta Bárbara	2007	2013	2	1,0	4.760,0	9.520,0	3.000,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo El Tambo	2006	2011	2	1,1	4.487,0	8.974,0	2.285,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo El Tambo	2007	2012	2	1,0	3.947,0	7.894,0	2.009,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo La Trinidad	2006	2011	2	0,9	3.438,0	6.876,0	1.751,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo La Trinidad	2007	2012	2	0,5	2.120,0	4.240,0	1.080,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Naranjal	2006	2011	2	2,4	9.721,0	19.442,0	4.949,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Naranjal	2007	2012	2	2,2	7.498,0	14.996,0	3.817,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Naranjal	2008	2013	2	0,6	2.500,0	5.000,0	1.272,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Paraguacito	2006	2011	2	2,5	10.028,0	20.056,0	5.105,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Paraguacito	2007	2012	2	1,4	5.519,0	11.038,0	2.809,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Pueblo Bello	2006	2011	2	0,8	3.429,0	6.858,0	1.746,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Pueblo Bello	2007	2012	2	0,5	2.164,0	4.328,0	1.102,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Rosario	2006	2011	2	2,3	9.268,0	18.536,0	4.718,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Rosario	2007	2012	2	1,9	7.466,0	14.932,0	3.801,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Sta Bárbara	2006	2011	2	1,2	4.903,0	9.806,0	2.496,0
Naranjal	Convencional Regional	Castillo Sta Bárbara	2007	2012	2	0,9	3.653,0	7.306,0	1.860,0
Pueblo Bello	Convencional Regional	Castillo Pueblo Bello	2006	2011	1	0,1	600,0	600,0	300,0
Pueblo Bello	Convencional Regional	Castillo Pueblo Bello	2007	2012	1	0,6	3.000,0	3.000,0	400,0
Naranjal	Convencional Regional Total	Borbón Orgánico Certificada	2006	2013	1	0,1	500,0	500,0	127,0

Continúa...

...Continuación

Estación	Tipo Producción	Variedad	Año de labor de renovación	Año de próxima renovación	Tallos por sitio	Área (ha)	Número de plantas de tallos 2009	Número de tallos en producción 2010	Kilogramos de cps semilla 2010
Naranjal	Orgánica	Borbón Orgánico Certificada	2007	2014	1	1,1	4.260,0	4.260,0	1.084,0
Naranjal	Orgánica	Castillo Orgánico Certificada	2006	2013	1	0,9	5.616,0	5.616,0	679,0
Naranjal	Orgánica	Castillo Orgánico Certificada	2007	2014	1	0,9	3.504,0	3.504,0	422,0
Naranjal	Orgánica	Caturra Orgánico Certificada	2006	2013	1	0,9	5.616,0	5.616,0	679,0
Naranjal	Orgánica	Caturra Orgánico Certificada	2007	2014	1	0,7	3.504,0	3.504,0	422,0
Naranjal	Orgánica	Maragopipe Orgánico Certificada	2006	2013	1	0,1	550,0	550,0	84,0
Naranjal	Orgánica	Maragopipe Orgánico Certificada	2007	2014	1	1,3	5.650,0	5.650,0	863,0
Naranjal	Orgánica	Tabi Orgánico Certificada	2006	2013	1	1,3	5.600,0	5.600,0	855,0
Naranjal	Orgánica	Tabi Orgánico Certificada	2007	2014	1	0,3	500,0	500,0	77,0
Naranjal	Orgánica	Tipica Orgánico Certificada	2006	2013	1	0,9	4.080,0	4.080,0	624,0
Naranjal	Orgánica	Tipica Orgánico Certificada	2007	2014	1	1,0	3.516,0	3.516,0	538,0
Santander	Orgánica	Borbón Orgánico Certificada	2006	2012	1	0,0	100,0	100,0	-
Santander	Orgánica	Castillo Orgánico Certificada	2005	2011	2	0,3	1.325,0	2.650,0	1.000,0
Santander	Orgánica	Caturra Orgánico Certificada	2005	2011	1	0,1	560,0	560,0	225,0
Santander	Orgánica	Tabi Orgánico Certificada	2004	2010	1	0,4	900,0	900,0	500,0
Santander	Orgánica	Tipica Orgánico Certificada	2005	2011	1	0,1	150,0	150,0	48,0
	Orgánica Total					10,5	45.931,0	47.256,0	8.227,0
	Total General					72,5	379.174,0	467.792,0	106.991,0

Productividad Agronómica

Tabla 28. Producción de semilla de variedades mejoradas (kg de c.p.s.) 2008 - 2009.

Tipo	Variedad	Kilogramos de semilla producida por Estación Experimental					TOTAL
		Líbano	Maracay	Naranjal	Rosario	Santander	
Convencional Castillo	Variedad Castillo®	13.987,5	7.684,5	26.368,5	8158,5	2.916	5.9115
Convencional Regional	Castillo® El Rosario			3.718,5	20		3.738,5
Convencional Regional	Castillo® El Tambo			2.640			2.640
Convencional Regional	Castillo® La Trinidad			988,5			988,5
Convencional Regional	Castillo® Naranjal			4.215			4215
Convencional Regional	Castillo® Paraguaicito			2.002,5			2.002,5
Convencional Regional	Castillo® Pueblo Bello			936			936
Convencional Regional	Castillo® Santa Bárbara			3.148,5			3148,5
Convencional Porte Alto	Variedad Tabi			602		15	617
Certificación Orgánica	Típica			23			23
Certificación Orgánica	Maragogipe			89,5			89,5
Total General		13.988	7.685	44.732	8.179	2.931	77.513,5

-De Tabi la demanda no superó el 1% del total y otras variedades representaron el 0,15%.

Estimativos de producción de semilla para el año 2010.

En la Tabla 29 se puede apreciar el comportamiento de las entregas mensuales y la proyección para el año 2010; no obstante, se debe anotar que los meses de julio a septiembre, coinciden con los de mayor pedido, situación que origina una escasez temporal, dado el hecho de la concentración de la cosecha. El potencial de entregas será de 91.000 kg, basados en una entrega efectiva del 90% para Variedad Castillo® y Variedad Castillo® Regional, de un 70% para Tabi y de un 50% para semilla certificada.

Distribución de semilla. Los despachos de semilla por variedad, se muestran en la Tabla 30. El hecho más notorio se observa en el incremento de despachos de 68.780 kg el año anterior a 77.510 kg en el presente, lo que representa el 12,7%. Con relación al destino de la semilla, ésta tuvo como mayor receptor el Comité de Antioquia con el 15%, le siguieron Cundinamarca, Tolima y Caldas, con el 10,3%, 9,9% y 8,8%, respectivamente. Al nivel de cada Comité se presentaron extremos de la demanda, ésta decreció en más del 20% para los Comités de Risaralda, Caldas y Huila, mientras se incrementó por encima del 50% en los Comités de Norte de Santander, Valle, Nariño y Magdalena.

El comportamiento histórico anual de entregas de semilla efectuadas en la década 1999-2008 se puede observar en la Tabla 31, donde se presenta la evolución relacionada con las nuevas variedades. Como puede observarse el año anterior se registró el volumen máximo de entrega de semilla, que correspondió al 15% de la década, en la cual se entregaron 455.000 kg. Por variedad, la mayor cantidad producida y despachada fue de variedad Colombia con el 52%, seguida por la Variedad Castillo® con el 40% y las Variedades Castillo® Regionales con el 5%. El total de la variedad Colombia se entregó entre 1999 y 2004, y desde el 2005 se vienen entregando las Variedades Castillo®.

Transferencia de resultados

En la Tabla 32 se muestran los resultados discriminados por actividad de difusión y por sitios de atención, los tipos de personas y las actividades realizadas. Con relación al año cafetero anterior, el incremento de atenciones fue del 45%, al pasar de 9.200 a 13.300. La Subestación que presentó mayor dinámica en actividades fue Líbano, que recibió o atendió el 39% del total de visitantes; Naranjal y El Rosario le siguieron con el 17% y 13%, respectivamente.

Dentro de las actividades educativas se destacan en número: 141 atenciones individuales, 139 giras, 25 días de campo, 24 talleres y 4 ferias. Es de anotar

Tabla 29. Proyección de producción y de los despachos mensuales de semilla para el año 2010, de acuerdo con el parque productivo. Informe anual 2008-2009.

Comité Departamental	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total kg por Comité	Porcentaje Histórico de Entregas Anuales por Comité
Antioquia	1.370	2.230	1.160	840	680	640	440	610	1.540	1.680	2.380	1.550	15.130	16,6%
Boyacá	60	90	50	30	30	30	20	20	60	70	100	60	620	0,7%
Caldas	860	1.400	730	530	420	400	280	380	960	1.060	1.490	970	9.480	10,4%
Caquetá	-	10	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	50	0,1%
Cauca	620	1.000	520	380	300	290	200	270	690	750	1.070	690	6.770	7,4%
Cesar-Guajira	390	630	330	240	190	180	120	170	430	470	670	440	4.260	4,7%
Cundinamarca	710	1.150	600	430	350	330	230	310	790	870	1.230	800	7.780	8,5%
Huila	700	1.140	590	430	340	330	220	310	780	860	1.210	790	7.690	8,4%
Magdalena	160	260	130	100	80	70	50	70	180	190	270	180	1.730	1,9%
Nariño	310	500	260	190	150	140	100	140	340	380	530	350	3.370	3,7%
Norte de Santander	220	360	190	130	110	100	70	100	250	270	380	250	2.430	2,7%
Oficina Coordinadora Caquetá	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	40	0,0%
Oficina Coordinadora Casanare	70	120	60	40	40	30	20	30	80	90	120	80	790	0,9%
Oficina Coordinadora Meta	30	40	20	20	10	10	10	10	30	30	40	30	280	0,3%
Quindío	440	710	370	270	210	200	140	190	490	530	760	490	4.800	5,3%
Risaralda	490	800	420	300	240	230	160	220	550	610	860	560	5.440	6,0%
Santander	640	1.040	540	390	310	300	200	280	710	780	1.110	720	7.030	7,7%
Tolima	850	1.390	720	520	420	400	270	380	950	1.050	1.480	960	9.400	10,3%
Valle	360	580	300	220	170	170	110	160	400	440	620	400	3.910	4,3%
Total de kg a entregar mensualmente	8.270	13.440	6.980	5.060	4.060	3.850	2.650	3.660	9.240	10.130	14.330	9.330	91.000	
Porcentaje Histórico de Entrega Mensual	9,1%	14,8%	7,7%	5,6%	4,5%	4,2%	2,9%	4,0%	10,2%	11,1%	15,7%	10,3%		

Tabla 30. Despachos de semilla de Variedades Mejoradas (kg cps) 2008 - 2009.

Comité de Cafeteros	Variedad Castillo Kg	Variedades Castillo Regional								Variedad Tabi Kg	Otras Variedades		Total General	Distribución
		Castillo® El Rosario	Castillo® El Tambo	Castillo® La Trinidad	Castillo® Naranjal	Castillo® Paraguacito	Castillo® Pueblo Bello	Castillo® Santa Bárbara	Típica		Maragogipe			
Antioquia	9.105	2.543											11.648,0	15,0%
Boyacá	790,5									46,0			836,5	1,1%
Caldas	3.507	946,5		2.380,5	3					5,0			6.842,0	8,8%
Cauca	3.021	2.538								25,0			5.584,0	7,2%
Cesar Guajira	2.850					636				359,0	89,5		3.934,5	5,1%
Cundinamarca	4.800									60,0			8.008,5	10,3%
Huila	5.442												5.442,0	7,0%
Magdalena	931,5					300				1,0			1.232,5	1,6%
Nariño	4.819,5									2,0			4.821,5	6,2%
Norte de Santander	4.003,5									15,0			4.018,5	5,2%
Oficina Coordinadora Cauquetá	150												150,0	0,2%
Oficina Coordinadora Casanare	778,5									3,0			781,5	1,0%
Oficina Coordinadora Meta	699,0												699,0	0,9%
Quindío	1.378,5				639,0	913,5				18			2.949,0	3,8%
Risaralda	1.855,5	160,5		676,5						30			2.722,5	3,5%
Santander	4.963,5												4.963,5	6,4%
Tolima	6.631,5			988,5						22			7.642,0	9,9%
Valle	2.089,5	102,0		516,0	1.086,0					14			3.807,5	4,9%
Otros	1.299,0	88,5			3,0					17	23,0		1.430,5	1,8%
	59.115,0	3.738,5	2.640,0	988,5	4.215,0	2.002,5	936,0	3.148,5	617,0	89,5	23,0		77.513,5	100,0%

Tabla 31. Despachos de semilla, realizados en los últimos 10 años, por Tipo de Variedad. Informe anual 2008-2009.

Año	Tabi	Colombia	Castillo	Castillo Regional	Total año kg
1999	2.385,0	49.327,0			51.712,0
2000	2.247,0	55.780,5			58.027,5
2001	1.317,5	20.374,0			21.691,5
2002	989,5	25.538,0			26.527,5
2003	1.853,0	36.703,5			38.556,5
2004	1.599,0	49.126,5			50.725,5
2005	442,0		33.354,0	254,0	34.050,0
2006	1.535,0		45.388,5	12.497,0	59.420,5
2007	1.292,0		44.839,5	2.008,0	48.139,5
2008	656,0		57.180,5	8.172,0	66.008,5
Total Variedad	14.316,0	236.849,5	180.762,5	22.931,0	454.859,0

que el 23% de los visitantes se atendieron en los días de campo, que en promedio contaron con 130 participantes por actividad. Otra actividad que convocó una atención masiva fueron las ferias, en cuatro actividades se convocó el 24% de los participantes. Con relación al año cafetero anterior, se registraron 28 giras, con un aumento en talleres y ferias, tres en cada uno. Todas las Estaciones Experimentales registraron incrementos en sus visitantes atendidos, a excepción de Paraguaicito, que registró un descenso del 24%. En cuanto a la discriminación por visitantes, el 51% fueron caficultores, el 21% estudiantes y el 8% Técnicos del Servicio de Extensión. Desde de Cenicafé se recibió el acompañamiento de los investigadores o técnicos en 980 visitas y auxiliares en 741 visitas, la mayor parte en Naranjal, Paraguaicito y La Catalina.

Implantación de las Buenas Prácticas Agrícolas-Sistema Integrado de Gestión

Como herramienta del mejoramiento, las Buenas Prácticas Agrícolas hacen parte hoy en día del quehacer cotidiano de las Estaciones Experimentales. Para su implementación, con el grupo ETIA se viene desarrollando la estrategia del Sistema Integrado de Gestión, tomando como herramienta el ciclo de la mejora continua. Para este año, en particular, varias Subestaciones, en el Planear han efectuado su diagnóstico y formulado los planes de acción; en

este sentido, Paraguaicito, La Catalina y El Tambo, estructuraron sus principales acciones en los componentes de calidad, ambiental y social, teniendo en cuenta los aspectos de infraestructura, recurso humano y documental.

Componente de calidad. Con relación al componente de calidad el avance más notorio está relacionado con la limpieza de áreas, especialmente de bodegas y espacios de procesos, el cual fue más notorio en cuarteles, oficinas, unidades de beneficio húmedo y seco. En las bodegas los elementos como productos, insumos, materiales, maquinaria y otros, han sido dispuestos acogiendo las normas de separación, para evitar contaminaciones cruzadas, permitir la aireación y disminuir los accidentes. Su organización ha implicado el correcto rotulado y la señalización.

En cuanto a los procesos que implica la actividad agrícola se mejoró la captura de la información, para esto se dotaron de dinamómetros digitales y se vienen implementando los *datalogger*. En cuanto al flujo de la información se realizó el acompañamiento para mejorar su captura, su análisis y el tiempo de toma de decisión, y así mismo concretar las salidas con reportes unificados.

Se continuó con el proceso de certificación de competencias en temas como manejo de plagas y

Tabla 3.2. Participantes en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones al nivel regional. 2008 - 2009.

Estación Experimental	Participantes de Actividades de Difusión Realizadas en las Estaciones Experimentales												
	N° Estudiantes	N° Docentes	N° Docentes capacitores	N° Técnicos	N° Extensionistas	Otros	Total	N° Técnicos Cenicafé	N° Auxiliares Cenicafé	N° Giras	N° Dias campo	No Ferias	No Talleres
El Rosario	386	20	967	71	201	62	1707	24	22	21	8		12
El Tambo	111	14	200	7	115	10	457	26	8	15			20
La Catalina	262	17	687	98	136		1200	85	61	14	3		12
Líbano	136	10	1117	88	81		1432	31	25	26	3		13
Naranjal - Romelia	498	120	324	227	117	27	1313	642	386	35	1		34
Paraguaito	81	5	238	99	24	36	483	116	219	4			5
Pueblo Bello	45	98	338	27	28		536	7	2	4	1		5
Santander	265	15	410	12	46	17	765	12	2	13	3		3
SUBTOTAL	1784	299	4281	629	748	152	7893	943	725	132	19		104

Estación Experimental	Participantes de Actividades de Difusión Realizadas por Fuera de las Estaciones Experimentales												
	N° Estudiantes	N° Docentes	N° Docentes capacitores	N° Técnicos	N° Extensionistas	Otros	Total	N° Técnicos Cenicafé	N° Auxiliares Cenicafé	N° Giras	N° Dias campo	No Ferias	No Talleres
El Rosario													
El Tambo			716		10		726			6	2	1	2
La Catalina						5	5						
Líbano	461	34	1661	195	341	1066	3758	37	16		4	1	11
Naranjal - Romelia	537		155			221	913					1	
Paraguaito							0					1	
Pueblo Bello	4		4		3		11			1			
Santander	19		2		6		27						1
SUBTOTAL	1021	34	2538	195	360	1292	5440	37	16	7	6	4	41

Estación Experimental	Participantes de Actividades de Difusión Realizadas con Acompañamiento de la Estaciones Experimentales												
	N° Estudiantes	N° Docentes	N° Docentes capacitores	N° Técnicos	N° Extensionistas	Otros	Total	N° Técnicos Cenicafé	N° Auxiliares Cenicafé	N° Giras	N° Dias campo	No Ferias	No Talleres
TOTAL	2805	333	6819	824	1108	1444	13333	980	741	139	25	4	24

enfermedades y en beneficio ecológico y manejo de subproductos, con personal de Naranjal y La Granja de Cenicafé, lo anterior con participación activa del SENA.

Componente ambiental. Los esfuerzos se concentraron en el tema de los residuos ordinarios, para lo cual se fortaleció la actividad de disponer en todos los sitios, agrícolas y áreas sociales internas y de servidumbre, acopios temporales; el acopio general se instaló en la mayoría de las EE y se definieron recipientes para separar residuos orgánicos, vidrio, cartón, papel, chatarra y ordinarios.

En cuanto a las aguas servidas domésticas y residuales del beneficio, se realizan esfuerzos para habilitar las actuales y conservar su funcionalidad como en el caso de Naranjal, La Catalina, Paraguaicito y El Rosario. No obstante, el tema es particularmente crítico en Santander, Pueblo Bello, El Tambo y Líbano.

Para este año se culturizó en el triple lavado. Adicionalmente, se llevó a cabo en la mayoría de las Estaciones Experimentales, la disposición final de los envases de productos peligrosos, en el marco del convenio con “Campo Limpio”; en Naranjal se instaló un centro de acopio temporal para estos residuos y a la fecha se han recibido 5.940 kg, producto de la recolección de estos envases a los caficultores de áreas circundantes y las recolecciones efectuadas en las brigadas promovidas por los Comités de Cafeteros y Campo Limpio.

Componente social. Las Estaciones Experimentales establecieron la prioridad en la capacitación y suministro de los elementos de protección personal, especialmente aquellos relacionados con el oficio de guadaña, con equipos de aspersión y la manipulación de productos químicos. En otros aspectos se elaboró el panorama de riesgos y se formularon las acciones.

En el hacer del ciclo de mejora se identificaron y señalaron las áreas de riesgo, se fomentó la capacitación en labores que lo implican, como el trabajo en alturas; se realizaron chequeos médicos de salud ocupacional y exámenes de colinesterasa y se adoptaron las recomendaciones. Se adoptaron medidas preventivas contra incendios con disposición de extintores en las áreas de riesgo encontradas, se logró que buena parte del personal de Naranjal, La Granja y El Rosario participara en capacitación de primeros auxilios.

En infraestructura se continúa con la adecuación de casetas en las áreas agrícolas, que sirvan como resguardo para lluvias y que les permita ingerir sus alimentos cómodamente. Al nivel de seguridad industrial, se colocaron guardas a equipos, se ubicaron barandas en sitios de riesgo y se restringió el acceso a lugares con alta probabilidad de accidentes.

V. MEJORAMIENTO GENÉTICO

Conservación y Evaluación de Germoplasma de Café. Los clones diferenciales de roya presentes en la Colección Colombiana de Café (CCC) fueron reorganizados y renovados. Son veinticuatro hospederos de roya introducidos al país en 1973, y 16 clones más que llegaron en 1974. En estos hospederos diferenciales se hicieron continuamente evaluaciones de infestación por roya entre 1984 y 2005, siguiendo la escala de Eskes-Braghini. De las evaluaciones se destaca que han permanecido libres de roya los diferenciales que pertenecen a las especies *Coffea canephora* (grupo A) y *Coffea congensis* (grupos B y Q), al igual que el híbrido de Timor 832/2 y el híbrido HW 26 (Caturra 19 x Híbrido de Timor 832/1/11). El hospedero diferencial del grupo R (Híbrido de Timor 1343/269), ha mostrado susceptibilidad. El diferencial Matari 849/1 ha mostrado resistencia cuando debería estar entre los que muestran infección (Tabla 33). En Naranjal actualmente se observan líneas clonales que muestran heterogeneidad en su comportamiento ante la roya, o que no corresponden a las características del clon que representan. Por otra parte, los diferenciales Dk1/6 X Agaro S4 (grupo fisiológico Y), Caturra 19 X Geisha (grupo fisiológico C) y KP 532/31 (grupo fisiológico L), se desarrollaron como plantas provenientes de ramas plagiotrópicas, sin embargo, gracias a las técnicas de cultivo de tejidos, se pueden obtener plantas ortotrópicas. Así mismo, algunas líneas se encuentran con muy pocas plantas, amenazando su pérdida. Estos clones son de interés para estudios de identificación y monitoreos de razas de roya, por eso se recuperaron las líneas en mal estado, se purificaron y se completaron, para darle mayor confiabilidad a los resultados. Al mismo tiempo, se completaron las líneas con los clones desarrollados de plantas plagiotrópicas con plantas de crecimiento ortotrópicas, lo que permitirá conocer su arquitectura.

Durante la presente vigencia se sembraron en la Estación Central Naranjal los genotipos de los

Tabla 33. Distribución de la infestación por roya en las introducciones de los clones diferenciales. Mayo de 2003

Introducción	Escala de Eskes-Braghini								Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	
BE 5 Wush Wush x S.288-23	9								9
Borbón salvadoreño x S.288-23	7			1					8
<i>C. canephora</i> BP-39	6								6
<i>C. congensis</i> Uganda	9								9
<i>C. canephora</i> Uganda	17								17
<i>C. congensis</i>	10								10
<i>C. racemosa</i>	17								17
Caturra 19 x Geisha			3	4					7
Caturra 19 x H de T 832/1/11	8								8
<i>C. congensis</i>	6	3							9
Dilla y Alghe	2		1	6	8	1			18
Dilla y Alghe x S.4 Agaro		1	1	2	3	2			9
Dk 1/6		2	2	9	5	1			19
DK 1/6 x Dilla y Alghe			6	1	1				8
DK 1/6 x S.4 Agaro	8								8
Geisha		1		2	11	3			18
Geisha x DK 1/6			1	6	1	1			9
Geisha x S.288-23		5	3				1	1	10
H de T 832/2	10								10
H DE T 1343/269			6	3	5	1			15
Kawisari		1	1	2	2	1	1	1	9
Kawisari				6	2				8
KP.228 x S.12 Kaffa	4	2	1	1					10
KP.423 x S.4 Agaro	2	2	2	1	1				8
KP-532 Tree 31			1	9	4	1			15
Matari	7								7
S. 12 Kaffa	10	1	2	5	1	1			20
S. 288-23	9	1		1	4	2			17
S.286-1 x S.12 Kaffa		2	2	3	3				10
S.288-23 x S.4 Agaro	3	2	2	1					8
S.353 x H de T 832/2	3								3
S.4 Agaro	2	3	4	5	4				20
S.4 Agaro x Geisha		1	3	4					8
S.4 Agaro x S.288-23	7								7
S.795	10								10
S.795	2		1	1	4				9
Total	168	27	42	73	59	14	2	2	398

experimentos MEG1603, MEG1604, MEG1605 y MEG1606. Igualmente, a los 670 genotipos del germoplasma de café, se les realizó la genotipificación, con 49 marcadores SSR, en la Universidad de Cornell, utilizando marcadores fluorescentes en un secuenciador automático. Se obtuvo la información sobre los alelos presentes en cada uno de los genotipos. Con dicha información se calcularon las frecuencias alélicas y la distancia genética entre

genotipos. Utilizando el software Structure y el modelo de Admixture con valores para K entre 5 y 20, 10 repeticiones, alfa de 1,0 y un "burning period" de 10.000, se encontró una estructura poblacional en el germoplasma correspondiente a 16 subgrupos.

Selección por resistencia incompleta a roya. Se avanzó generacionalmente hasta la F3 de cruzamientos entre selecciones Etopes, poseedoras

de resistencia incompleta, con los derivados de Caturra X Híbrido Timor, para ampliar la diversidad para resistencia, fenotipo, arquitectura de planta y calidad de la bebida. Se han identificado genotipos promisorios de interés para conformar variedades fenotípicamente homogéneas, poseedoras de plantas compactas, ramas cortas y reducida ramificación secundaria en la base de las plantas. Se han estudiado 308 poblaciones F1s, 132 poblaciones F2s y en ellas, se seleccionaron 256 plantas F3s. Estas selecciones F3 se establecerán en ensayos de campo el presente año. Previo a su establecimiento, en la cosecha pasada se tomaron muestras de grano para pruebas de catación, en 233 poblaciones de las 256 seleccionadas. En la interpretación de los resultados, previa definición de criterios por parte del panel de catación de la FNC y del Mejorador, se identificaron muestras de genotipos de interés para la selección (Tabla 34).

Igualmente se concluyó la selección de nuevas progenies sembradas en el experimento MEG0279, para involucrarlas en la composición de la variedad Castillo® El Rosario, con el propósito de ampliar su diversidad genética frente a la roya del cafeto y mejorar sus atributos agronómicos. En el proceso de selección se dio énfasis al tipo de las plantas y a su potencial productivo (Tabla 35).

En parcelas de Investigación Participativa (IPA), localizadas en el municipio de Chaparral (Tolima), vereda El Bosque, a una altitud de 1.750 m, en

las que se estudian 36 genotipos comunes a los ya evaluados en el MEG0279, para selección de nuevas variedades regionales, se encontró variación entre las progenies evaluadas en cuanto a su reacción de resistencia a la muerte descendente (*Phoma* spp.), enfermedad de común ocurrencia en esta localidad debido a las condiciones de clima determinadas por la altitud (Tabla 36).

VI. IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE INSECTOS PLAGA DEL CAFÉ

■ Broca del café

Evaluación de la dinámica poblacional de la broca del café en condiciones de campo. Para entender los modelos de dispersión natural de la broca del café y mirar la dinámica de una población en su desarrollo en el tiempo y en el espacio, se evaluaron tres factores: la dinámica de dispersión, la dinámica de densidad entendido como la oscilación en la concentración de los individuos de una población en el área, y la dinámica de crecimiento o aumento poblacional en el tiempo. Para esto se seleccionaron dos sistemas de producción de café (a libre exposición y bajo sombra), en la Estación Central Naranjal, con un total de 7.020 árboles cada lote, libres de broca, con frutos de 120 días de desarrollo. Para evaluar

Tabla 34. Promedios de la calificación y desviación estándar (STD), de cada uno de los atributos asociados a calidad en cada grupo conformado según la proporción de catadores que le atribuyeron una nota mayor o igual de 7 en impresión global de la taza.

Atributo de Calidad	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	Media	STD	Media	STD	Media	STD	Media	STD
Fragancia residual	5,7 a	1,4	6,0 a	1,4	5,8 a	1,2	5,3 b	1,1
Sabor residual	7,1 a	0,9	6,6 a	1,2	6,1 b	1,0	4,3 c	1,5
Acidez	8,0 a	1,2	7,0 b	1,0	6,4 c	1,2	5,4 d	1,4
Cuerpo	7,1 a	1,1	6,5 b	1,1	5,7 c	1,0	4,2 d	1,5
Balance	7,2 a	1,1	6,8 a	1,0	6,2 b	1,0	4,2 c	1,5
Dulzor	7,3 a	1,1	7,1 a	1,0	6,2 b	1,1	5,4 c	1,5
Uniformidad	7,2 a	1,0	7,5 a	1,0	6,8 b	1,0	5,8 c	1,3
Taza limpia	7,4 a	1,2	7,1 a	0,9	6,3 b	0,9	4,3 c	1,6
Impresión global	8,0 a	0,8	7,3 b	1,0	6,4 c	0,8	4,2 d	1,6

Grupo 1: 100% de los juicios con calificación de impresión global mayor o igual a 7,0.

Grupo 2: Más de 50% pero menos de 100% de los juicios con calificación de impresión global mayor o igual a 7,0.

Grupo 3: Más de 0% pero menos de 50% de los juicios con calificación de impresión global mayor o igual a 7,0.

Grupo 4: 0% de los juicios con calificación de impresión global mayor o igual a 7,0.

Tabla 35. Producción acumulada de tres cosechas, en progenies seleccionadas del Experimento MEG0279 – El Rosario, como componentes de la Variedad Castillo® El Rosario.

Progenitor	Kg/planta de café cereza (1)	Kg/planta de café pergamino seco (2)	Kg/ha de café pergamino seco (3)	@/ha de café pergamino seco (4)	Media/ha - @ de café pergamino seco (5)
CU.1869	17,7	3,5	23.635	1.891	630,3
CU.1874	16,5	3,3	22.007	1.761	586,8
CU.1882	16,0	3,2	21.378	1.710	570,1
CU.1886	15,9	3,2	21.189	1.695	565,0
CU.1875	15,5	3,1	20.606	1.648	549,5
BK.0642	14,0	2,8	18.620	1.490	496,5
CX.2197	13,8	2,8	18.455	1.476	492,1
CU.1832	13,3	2,7	17.775	1.422	474,0

(1): Producción acumulada de tres cosechas - Kilogramos de café cereza por planta.

(2): Producción acumulada de tres cosechas - Kilogramos de café pergamino seco por planta.

(3): Producción acumulada de tres cosechas - Kilogramos de café pergamino seco por hectárea.

(4): Producción acumulada de tres cosechas - Arrobas de café pergamino seco por hectárea.

(5): Producción media de tres cosechas - Arrobas de café pergamino seco por hectárea.

Tabla 36. Evaluación de incidencia (%) de *Phoma* spp. en progenies provenientes del experimento MEG0279, sembradas en ensayo de investigación participativa en la finca el Porvenir, de la vereda el Bosque, Municipio de Chaparral. Evaluación realizada en marzo del 2009.

Progenie	No. ramas media	No. ramas afectadas	% Incidencia	Progenie	No. ramas media	No. ramas afectadas	% Incidencia
CU1784	23,7	0,0	0,0	CU1882	21,6	0,9	4,2
CU1819	26,5	0,0	0,0	CX2583	28,1	1,3	4,6
CU1847	24,3	0,0	0,0	CX2392	17,0	0,9	5,3
CU1851	23,8	0,0	0,0	CU1951	20,3	1,1	5,4
CX2377	24,0	0,0	0,0	CU1903	23,8	1,4	5,9
DH0018	29,1	0,1	0,3	CU1990	23,8	2,3	9,7
CU1993	22,8	0,1	0,4	CX2375	20,5	2,0	9,8
CU1850	24,8	0,1	0,4	CX2708	25,2	2,6	10,3
CU1849	26,4	0,1	0,5	CX2633	26,7	2,8	10,5
CX2385	20,0	0,1	0,5	CU1989	23,3	2,5	10,7
CU1972	23,5	0,2	0,9	CX2425	20,3	2,7	13,3
CX2383	19,9	0,4	2,0	CX2197	19,2	2,7	14,1
CU1993	26,3	0,6	2,3	CU1890	19,6	2,9	14,8
CX2080	23,6	0,6	2,5	CU1928	19,9	3,1	15,6
CU1992	19,9	0,5	2,5	DH0004	25,9	5,0	20,0
CU1953	23,6	0,7	3,0	CX2432	21,7	5,0	23,0
CU1871	24,3	1,0	4,1	BH1409	18,7	8,0	42,8
CU1991	24,4	1,0	4,1	CX2841	13,4	9,9	73,9

la distribución espacial de la broca a través del tiempo, se elaboraron mapas de infestación mensual diferenciando las plantas de café en dos categorías: con presencia o ausencia de broca. Los resultados muestran que el insecto coloniza principalmente por los bordes y en pequeños focos al interior de lote y una vez establecida se dispersa gradualmente de árbol en árbol, de forma agregada. Los frutos perforados se distribuyeron en toda la superficie de la parcela, presentando agregaciones en ciertas áreas, en los primeros tres meses, hasta invadir finalmente todo

el lote después del cuarto mes de evaluación. Para conocer por dónde entra la broca al lote, se hicieron recuentos de capturas de broca en 69 trampas de alcohol ubicadas en la periferia del lote de la Variedad Castillo® Orgánico, mostrando que las trampas número 47 y 63 presentaron el mayor número de capturas de broca cada mes, lo que indica que la broca entró en mayor cantidad por el Oriente, siendo el mes de abril en el cual se capturó el mayor número de brocas. Con relación a la dinámica de densidad de broca en frutos de ramas productivas y en frutos caídos al suelo, se

contabilizaron los estados biológicos vivos de broca (EBV). En el lote de la Variedad Castillo® Orgánico, el mayor número de EBV se presentó en los meses de junio y septiembre, en los frutos del árbol, con 203,5 y 243,6 individuos por árbol. Algo similar ocurrió en el lote de la Variedad Castillo® Naranjal con 259,2 y 168,5 estados biológicos en los frutos del árbol, en los meses de junio y septiembre. Para ambas parcelas el mayor incremento de EBV se presentó en los frutos del árbol. El promedio del porcentaje acumulado de infestación fue de 1,62% en el lote de la Variedad Castillo® Naranjal y 2,21% en el lote de la Variedad Castillo® Orgánico, siendo el mes de junio donde se presentaron los porcentajes más altos de infestación con 2,3% y 4,3%, respectivamente, lo cual está relacionado con el incremento de la densidad poblacional de broca en los lotes, en el mes de junio. Para corroborar la hipótesis de trabajo “si la dispersión de la broca es agregada”, se aplicó la Ley de Poder de Taylor, para establecer la relación lineal entre la varianza y la media, para la variable porcentaje de frutos perforados por broca (infestación) en cada lote. Los resultados mostraron que en el lote de la Variedad Castillo® Orgánico con sombrero, el coeficiente de regresión lineal (β) fue mayor que 1, según el estadístico de prueba t al 5%, mostrando que la broca se dispersó de manera agregada, mientras que en el lote de la Variedad Castillo® Naranjal a libre exposición solar, el coeficiente de regresión lineal (β) fue aproximadamente igual a 1, lo que indica que la dispersión de la broca fue aleatoria, por lo que se rechaza la hipótesis de trabajo.

Impacto de los frutos de café caídos al suelo e infestados por la broca *Hypothenemus hampei*, sobre la infestación en el árbol. Los frutos de café brocados caídos al suelo se constituyen en el principal problema en cafetales afectados por *Hypothenemus hampei*, pues aseguran altas infestaciones en la cosecha siguiente. Para confirmar esto, se determinó el impacto de los frutos caídos al suelo sobre la dinámica de infestación de la broca en el árbol, durante dos ciclos productivos, en cuatro localidades: Paraguaicito (Quindío), Naranjal (Caldas), Finca La Bella (Calarcá, Quindío) y Finca Santa Cruz (Santa Rosa, Risaralda), ubicadas a 1.218 m, 1.381 m, 1.470 m y 1.700 m de altitud, respectivamente. Para cada localidad se evaluaron cinco tratamientos: 1, 5, 10, 15 y 20 frutos brocados dejados en el plato del árbol, y un testigo sin frutos brocados. Se tuvieron 15 repeticiones por tratamiento. Los árboles seleccionados fueron cubiertos con una jaula entomológica y en el árbol

adyacente se ubicó una trampa engrasada para evaluar la emergencia de adultos de broca. Las evaluaciones se realizaron cada 30 días para la infestación en el árbol y cada 10 días para la emergencia, durante seis meses, en dos ciclos productivos (fase 1 y fase 2). Los porcentajes de infestación mostraron una relación con la altitud y la temperatura, siendo mayor el porcentaje de infestación y emergencia de adultos en la localidad a 1.218 m.s.n.m. y menor en la localidad a 1.700 m.s.n.m. En la fase 1, los porcentajes de infestación para la localidad de Paraguaicito, con un solo fruto brocado en el suelo, indican a partir del día 30, un incremento en el porcentaje de infestación en los frutos del árbol del 10,7% hasta el 41% en el día 180, con un promedio total acumulado de 590 frutos brocados por árbol, mientras que en el testigo los porcentajes de infestación estuvieron por debajo del 11% en cada una de las fechas de evaluación, con un total acumulado de 232 frutos brocados por árbol en el día 180, en contraste con la localidad ubicada a 1.700 m.s.n.m. en Santa Cruz, donde los porcentajes de infestación en cada uno de los tratamientos se mantuvieron por debajo del 6%, entre el día 30 y el día 180, con un promedio total acumulado de 23,5 frutos brocados por árbol, similares al testigo que mantuvo porcentajes de infestación menores del 5%.

En la segunda fase, un solo fruto brocado en el suelo produjo 150 frutos brocados en el árbol al cabo de seis meses, con un incremento en la infestación del 3,9% al día 30 hasta 46,2% al día 180 en la localidad de Paraguaicito, en contraste con la localidad de Santa Cruz donde produjo 16,2 frutos brocados con un porcentaje de infestación de 4,7% al día 30 hasta 8,3% al día 180, muy similares al testigo con 6,3% y 6,5% de infestación al inicio y al final de la evaluación, respectivamente. La diferencia en el menor número de frutos brocados se debió a que en la segunda fase se presentó un fuerte período invernal y hubo disminución en el brillo solar, hasta un 17%, lo que afectó la floración y producción de frutos.

La tasa de emergencia de adultos de broca de los frutos del suelo fue mayor en Paraguaicito, donde hubo emergencia de adultos hasta después de 120 días, mientras que en la finca La Bella la emergencia de adultos ocurrió hasta el día 90, y en Naranjal y la finca Santa Cruz hasta el día 70, respectivamente. Esta diferencia de tiempos en la emergencia de adultos está relacionada con la humedad del suelo y la descomposición y germinación de los frutos en

el suelo. El porcentaje más alto de emergencia de adultos de frutos del suelo para cada localidad, ocurrió en los primeros 20 días y decreció a cero cuando los frutos estaban descompuestos o habían germinado completamente, al cabo de dos o tres meses. La descomposición fue más rápida en Santa Cruz, debido a la mayor cantidad de humedad presente en el suelo. La tasa de emergencia de adultos de frutos del suelo mostró relación con la temperatura y la altitud.

El promedio total de estados biológicos contabilizados en frutos sanos maduros pintados del suelo para la localidad de Paraguaicito fue de 36,3 estados biológicos, en un fruto en el tratamiento con 20 frutos en el suelo, en contraste con la localidad de Santa Cruz donde el promedio fue de 4,3 estados biológicos. Los promedios de infestación estuvieron entre 10,1% y 32,2%, por lo tanto se demuestra que los frutos sanos caídos en el suelo también pueden ser colonizados por la broca y sirven de reservorio para el desarrollo de estados biológicos del insecto. Se evaluó el efecto de la infestación en frutos verdes en el suelo, donde se obtuvieron promedios de 3,6 y 1,1 estados biológicos para la localidad de Paraguaicito y Santa Cruz, respectivamente, con porcentajes de infestación desde 18% hasta 30%. En este caso los frutos verdes sólo sirvieron de refugio para los adultos, ya que la consistencia de éstos con un porcentaje de peso seco por debajo de 20%, no fue óptimo para el desarrollo de la broca. El número de frutos brocados en el suelo, y la tasa de descomposición de éstos por la humedad, influyen en la dinámica de infestación de la broca en el árbol en la cosecha siguiente, por lo que los frutos brocados y caídos desempeñan un papel importante en la dinámica poblacional de la broca, siendo éstos los de mayor riesgo para infestaciones posteriores en el árbol.

■ Otras plagas del café

Ciclo de vida de la chinche de la chamusquina del café, *Monalonion velezangeli* Carvalho & Costa, 1988 (Hemiptera: Miridae). Se determinó el ciclo de vida de *M. velezangeli* en café, en una finca del municipio de Bolívar (Valle del Cauca), a 1.655 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 19°C. La duración de cada uno de estos estados biológicos fue: Huevo 15,52±0,29 días con una viabilidad del 89%; ninfa 26,66±0,29 días, con cinco instares ninfales, donde el instar I tiene una duración de 5,13±0,19; el

II de 5,8±0,14; el III de 5,12±0,1; el IV de 5,33±0,12 y el V de 5,2±0,1 días, con una viabilidad del 88,23%, y la fase adulta tiene una duración 13,52±6,74 días. La duración del ciclo de huevo a adulto es 56,13±9,42 días y viabilidad huevo-ninfa de 70,25%.

Identificación de especies de cochinillas harinosas de la raíz en árboles de café en los departamentos cafeteros de Colombia. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación sobre cochinillas harinosas de la raíz, realizada en el departamento del Quindío, en donde la incidencia de esta plaga se registró en el 64% de 900 árboles muestreados, actualmente se desarrolla una investigación en los demás departamentos cafeteros con el fin de conocer la situación actual de esta plaga en el país. Esta investigación se está realizando en asociación con los Comités Departamentales de Cafeteros. Los resultados obtenidos corresponden a los departamentos de Caldas y Santander. En Caldas, con el 73% de las fincas afectadas muestreadas se registra una presencia de cochinillas harinosas en 37% de las muestras recibidas, en cafetales que se encuentran sembrados entre 985 m y 1.897 m de altitud. El municipio donde se detectó mayor incidencia fue Chinchiná, con el 28%, le siguen en su orden Manizales con 20%, Palestina con 18%, Anserma con 17%, Pensilvania con 8% y Marquetalia, Victoria y Samaná con un 3%, respectivamente. El género de cochinilla harinosa que más se registró fue *Puto barberi* (Cockerell), en el 82% de las muestras, seguido por *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky) (6%); *Geococcus* sp. (2%); *Dysmicoccus* sp., *Pseudococcus* sp. y *Rhizoecus* sp. (1%) (Figura 15). Igualmente, se han encontrado asociaciones entre géneros de cochinillas por árbol como: *Puto* y *Dysmicoccus* (2%), *Puto* y *Geococcus* (1%), *Neochavesia* y *Rhizoecus* (3%) y *Neochavesia* y *Puto* (1%). A la fecha no se ha encontrado prevalencia de ninguno de los géneros de cochinillas con relación a la altitud de las fincas muestreadas.

En Santander, con el 57% de las fincas infestadas muestreadas se registra una presencia de cochinillas harinosas del 52% en promedio, en cafetales que se encuentran sembrados entre 1.338 y 1.846 m.s.n.m. El municipio que presentó mayor incidencia es Guadalupe, con el 33%, le siguen en su orden, Socorro (14%), Coromoro (12%), Matanza (10%), Floridablanca (7%), Barbosa (6%), Suaita (5%), Páramo y Jesús María (4%), Guaratá (3%) y Charará

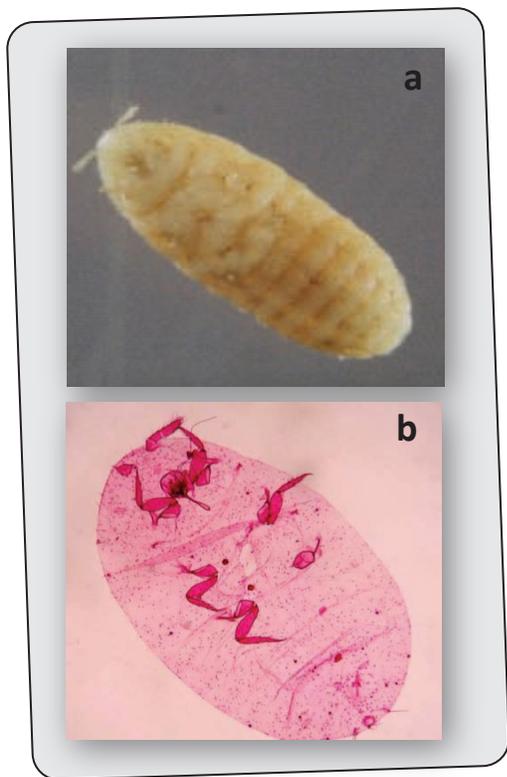


Figura 15. Hembra de *Rhizoecus americanus* (a) y montaje en el laboratorio (b).

(2%). El género de cochinilla harinosa que más se ha presentado es *P. barberi* en el 65% de las muestras evaluadas, seguido por *Neochavesia* sp. en el 24%, *Dysmicoccus* sp. en el 3%; *Pseudococcus* sp., *Geococcus* sp. y *Rhizoecus* sp. en el 1%, cada uno. Se observó asociación de *Puto* y *Dysmicoccus* en el 4% de las muestras y *Puto* y *Geococcus* en el 1%.

Evaluaciones complementarias en Caldas indican que el 33% de los árboles presentaban amarillamiento de hojas al realizar el muestreo, es decir, el 4% de los árboles muestreados no presentaban síntomas aéreos, el 0,35% presentaban nodulaciones ocasionadas por nematodos en sus raíces, el 4% presentaban llagas radicales y el 14% presentaban malformaciones de la raíz.

Por el contrario, en Santander, el 42% de los árboles presentaban amarillamiento al momento del muestreo, es decir, el 15% de los árboles muestreados no presentaban síntomas en la parte aérea, el 5,29 presentaban nodulaciones ocasionadas por nematodos, el 8% presentaban llagas radicales y el 35% presentaban malformaciones de la raíz.

VII. IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE ENFERMEDADES DE CAFÉ

Manejo de la roya del cafeto. En condiciones de almácigo, los experimentos llevados a cabo en diferentes condiciones ambientales y de suelos indican que el fungicida Thiamethoxam + Cyproconazole aplicado al suelo produce en las plantas de café síntomas de fototoxicidad, que se manifiestan principalmente en un limitado crecimiento de las plantas, reducción de los entrenudos y encrespamiento de las hojas, las cuales a pesar de ello adquieren un color verde intenso. Este efecto se le debe atribuir a la molécula de Cyproconazole, ya que no solo se conocen reportes de la fitotoxicidad de los triazoles aplicados al suelo, sino que la molécula de Thiamethoxam aplicada sola al suelo, está mostrando un comportamiento diferente en las plantas. En el campo, el fungicida aplicado al suelo, mostró en una de las localidades estudiadas (1.350 m.s.n.m.) que la dosis de 1 kg/ha, con frecuencias de aplicación de dos y tres veces al año, resultó en los menores valores iniciales de infección (9% y 4%, respectivamente) y de defoliación (32% y 30%, respectivamente), diferenciándose estadísticamente del testigo absoluto y de los demás tratamientos que alcanzaron niveles de incidencia de roya entre el 15% al 20% y de defoliación del 42% a 50%. La fase lineal de la epidemia se desarrolló entre los meses de abril y agosto, sobre los tratamientos donde se aplica la dosis de 0,25 kg de fungicida, alcanzando para el último mes, niveles de incidencia iguales a los del testigo absoluto (51%). La aplicación del producto a una dosis de 1 kg/ha ocasionó que la epidemia de roya no mostrara su fase lineal, pasando directamente de la fase logarítmica a la fase terminal de la epidemia, con un promedio final de infección del 12%. Estos mismos tratamientos se diferenciaron estadísticamente en sus niveles de defoliación (64%, 58% y 52%) tanto de los tratamientos 2, 4 y 6, donde se aplicó la dosis de 0,25 kg/ha de producto, que alcanzó niveles promedio del 71%, como del testigo absoluto (74%).

En la localidad ubicada a 1.250 m.s.n.m., los resultados son similares a los de la localidad de mayor altitud; en los cuales los tratamientos con la dosis de 1 kg/ha, aplicados dos y tres veces al año, lograron el mejor control de la enfermedad con valores de incidencia del 13% y 21%, y defoliación del 60% y 67%, respectivamente, valores que fueron

estadísticamente diferentes del testigo absoluto (43% y 75%). La variable número de nudos presentes en las ramas productivas mostró diferencias estadísticas en las dos localidades estudiadas a favor de los tratamientos con 2 y 3, de la dosis de 1 kg/ha, que en promedio registraron de 4 a 9 nudos más, en las evaluaciones realizadas en el mes de marzo, y de 6 a 18 nudos más en las evaluaciones realizadas en agosto; para las demás variables de crecimiento vegetativo no se encontraron diferencias estadísticas. En el total acumulado de las cosechas de los años 2007, 2008 y 2009 todos los tratamientos han alcanzado producciones mayores a las del testigo absoluto. En la localidad ubicada a 1.350 m.s.n.m. los incrementos son del 1% al 24% y en la localidad ubicada a los 1.250 m.s.n.m. de 6% al 22%, comparados con las producciones del testigo absoluto. La evaluación en el campo del fungicida (Azoxyestrobil + Cyproconazol), aplicado al follaje, ha resultado en los menores porcentajes de infección, cuando se usan frecuencias de dos y tres aplicaciones en las dosis de 750 mL/ha, similar al testigo relativo con Alto 100SL (tres aplicaciones), con un nivel promedio de incidencia del 10%, diferenciándose significativamente del testigo absoluto que registró los niveles más altos (48%). Todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente en sus porcentajes de defoliación del testigo absoluto que alcanzó un nivel del 73%.

Control químico de mancha de hierro y mal rosado.

En el experimento PAT 0175 se está evaluando desde el año 2007 el fungicida, aplicado al follaje en el control de la roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado. En las evaluaciones realizadas durante el año 2009, se encontró que todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo absoluto en los niveles de incidencia de mal rosado. Los tratamientos con menores niveles de incidencia (4% y 5%) y severidad de mal rosado (30% y 34%) fueron aquellos donde se aplica la dosis de 750 ml/ha del producto, dos y tres veces, respectivamente; resultado que confirma hasta el momento lo observado durante los años 2007 y 2008, donde existe un claro efecto en el control del mal rosado cuando se aplica el producto en la dosis más alta y con el mayor número de aplicaciones, con valores estadísticamente diferentes de los encontrados en el testigo absoluto (23% y 67%).

La incidencia de mancha de hierro en los frutos mostró que los tratamientos con la dosis de 750 ml/ha, aplicados dos y tres veces, registraron los menores valores (2% y 2,5%, respectivamente). El testigo

absoluto tuvo un nivel de incidencia de 10%, y de éste un 25% de los granos afectados tuvieron un grado de severidad que ocasiona pérdidas en los niveles de conversión de café cereza a café pergamino seco. Los resultados obtenidos hasta el momento (agosto del 2009), confirman las tendencias encontradas en los años anteriores de experimentación (2007 y 2008), lo que constituye al fungicida en una alternativa técnica para el manejo de estas enfermedades, logrando que sus aplicaciones afecten varios organismos patógenos de la parte aérea de la planta de café, lo que conlleva a aumentos en la producción de café cereza hasta en un 32%, cuando se comparara con plantas no tratadas.

Manejo de llaga macana. En el proyecto de desarrollo de material con resistencia simultánea a llaga macana y a roya, se seleccionaron en forma definitiva siete progenies en F4, con alta resistencia a los dos patógenos. En progenies F3 y F4 de híbridos interespecíficos entre *C. arabica* var Caturra x *C. canephora*, y *C. liberica*, se seleccionaron 13 progenies con 53 plantas, que demostraron alta resistencia a cinco aislamientos diferentes de *C. fimbriata* y a roya, con buenas características agronómicas y de calidad de grano (Tabla 37). El proyecto de evaluación del método de injerto de café susceptible a llaga macana sobre plantas resistentes, demostró la factibilidad de realizar la práctica de injerto en café, más no se logró el objetivo deseado de evitar el ataque de llaga macana en la base del tallo, debido a que el punto de injerto sobre una variedad resistente quedó debajo del nivel del suelo. En este experimento se observó el ataque de llaga macana en plantas de la especie *C. canephora*, al igual que en las progenies resistentes del cruzamiento Borbón resistente x Caturra, anteriormente evaluadas con resistencia a este patógeno, sugiriendo la existencia de linajes o aislamientos del hongo capaces de vencer la resistencia de las plantas.

Para mejorar la persistencia de fungicidas preventivos, aplicados a las zocas de café para control de *C. fimbriata* en época lluviosa, se determinó que el Derosal con adición de pintura anticorrosiva fue la combinación de mayor persistencia y facilidad de aplicación, sin que haya fitotoxicidad en las zocas, mejorando el manejo de llaga macana bajo condiciones de alta precipitación.

Variabilidad de los agentes causales de llaga radical.

La caracterización molecular por AFLP de aislamientos de *Rosellinia* spp., recolectados en diferentes regiones cafeteras del país, se hizo con el fin de determinar su diversidad genética y la estructura

Tabla 37. Promedios e intervalos de la circunferencia del tallo afectada por *C. fimbriata* en cada planta, en las progenies evaluadas. Progenies en F4 de (Borbón resistente a macana x Caturra) X Híbrido de Timor.

Trat	Progenie	Proporción de circunferencia del tallo afectada (%)		
		Promedio	Límite inferior	Límite superior
1	DF 603* H de T** PI- 17	63,2 b	54,5	71,9
2	DF 604 x H de T. PI.17	35,7 c	28,5	42,9
3	DF 604 x H de T. PI 18	27,2 c	21,8	33,6
4	DF 604 x H de T. PI 32	36,1 3	28,4	43,8
5	DF 604 x H de T. PI 33	43,8 cb	35,4	52,3
6	DF 608 H de T PI 30	43,3 cb	35,6	51,0
7	DF 608 H de T PI 36	33,0 c	26,2	39,6
8	DF 609 H de T PI 14	36,5 c	29,6	43,4
9	DF 609 H de T PI 32	23,5 c	19,5	27,5
10	Caturra	91,0 a	87,2	94,9
11	Caturra no inoculado con C.f.	--	--	--
12	Variedad Castillo® no inoculado con C. f.	--	--	--

Genealogía : * Plantas sobresalientes III; ** H. de Timor 1343; *** Promedios seguidos por letras distintas presentan diferencias significativas. Tukey al 5%.

poblacional del patógeno. Se seleccionaron tres combinaciones de cebadores selectivos (E-AA/M-A, E-TC/M-CTC y E-AC/M-CTA), las cuales permitieron la obtención de 28 marcadores polimórficos que diferencian entre especies de *Rosellinia*. Actualmente se están evaluando dichos marcadores para realizar la caracterización molecular con marcadores SCAR, lo que permitirá desarrollar una técnica de detección y cuantificación temprana del hongo en el suelo. Estos resultados contribuirán a implementar medidas de manejo adecuadas, para evitar la muerte de plantas por esta enfermedad, tanto de café como de otras especies asociadas a dicho cultivo.

Sanidad vegetal. Se realizaron asesorías con el fin de examinar el desarrollo de la epidemia de roya que se detectó desde el año 2008, y evaluar los casos de llagas radicales y nematodos. Se visitaron fincas en Tolima, Antioquia, Quindío y Cauca. En todos los casos, se midieron los niveles de infección de roya, mayores al 40% y en algunos casos llegaron a 90%-100%. En algunas zonas se observaron ataques de roya por encima de los 1.600 m de altitud, por condiciones propicias que pueden estar relacionadas con el desarrollo del fenómeno de El Niño, en 2009. Se pudo apreciar que el efecto de la roya sobre los cafetales dependía en gran medida del manejo agronómico del cultivo, debido a que en aquellos cafetales con buen manejo agronómico, control de arvenses, fertilizaciones adecuadas y control oportuno de la roya, disminuía el efecto de esta enfermedad sobre las plantas y su producción.

VIII. DESARROLLO Y ESTUDIOS DE MÉTODOS DE MUESTREO PARA LA CAFICULTURA

Método de muestreo para estimar la infestación por broca del café, con el parámetro número de frutos perforados por broca. BIO0310. La información generada de la propuesta de investigación con el censo de todas las ramas con frutos de cada uno de los 30 árboles seleccionados aleatoriamente, en parcelas de 200 árboles (población), con diferentes distancias, que corresponden a densidades entre 2.666 y 10.000 árboles por hectárea, con edades entre 1,5 y 3,5 años, en la producción principal (segundo semestre) del 2008 y durante la formación de cosecha de mitaca del 2009, en la Estación Central Naranjal, indicó lo siguiente:

Se corroboró la asociación lineal, uno a uno, del número medio de frutos perforados por broca por rama y el número de frutos brocados en el árbol, es decir, en dicha relación se obtuvo un coeficiente de regresión estimado en 1, con un coeficiente de determinación del 100%. Según la relación entre la media del número de frutos perforados por broca y la varianza, de acuerdo con la ley de Taylor, se concluyó que la distribución del número de frutos perforados por broca entre árboles en los lotes, es agregada, por lo tanto no fue corroborada la hipótesis de investigación que era "la dispersión de la broca, evaluada con la variable

número de frutos perforados en el árbol es aleatoria". De igual forma, la distribución de la variable infestación por árbol (proporción de frutos perforados en el árbol), es agregada. En cambio, para la proporción de árboles infestados o proporción de árboles con frutos perforados en el lote, el coeficiente de regresión fue igual a uno, estadísticamente, según prueba *t* al 5%, lo cual implica que para esta característica, la distribución es aleatoria. Por lo tanto, para el diseño de un muestreo sistemático, donde la unidad de muestreo sea el árbol, se debe tener como parámetro principal la proporción de árboles con frutos perforados por broca y como parámetros complementarios, el número de frutos perforados por árbol e infestación por árbol.

Con la prueba *f* al 5%, se determinó que el error de estimación asociado al número medio de frutos brocados no depende de la interacción densidad por edad, pero sí de la edad por separado, de tal manera que para edades de la planta menores de dos años (primera cosecha), los errores son menores que para las demás edades, con lo cual no se corrobora la hipótesis de investigación "a mayor densidad y edad del cultivo, menor error de estimación".

Con el parámetro de la varianza asociada al parámetro número de frutos brocados en cada árbol, bajo un muestreo sistemático, se determinó como tamaño de muestra seis ramas con frutos en cada árbol, con el fin de estimar el número medio de frutos perforados por broca por rama, con los siguientes criterios: error de estimación cuatro frutos brocados por rama, varianza estimada en 31,48, un nivel de significación del 5% y una probabilidad mínima del 75%.

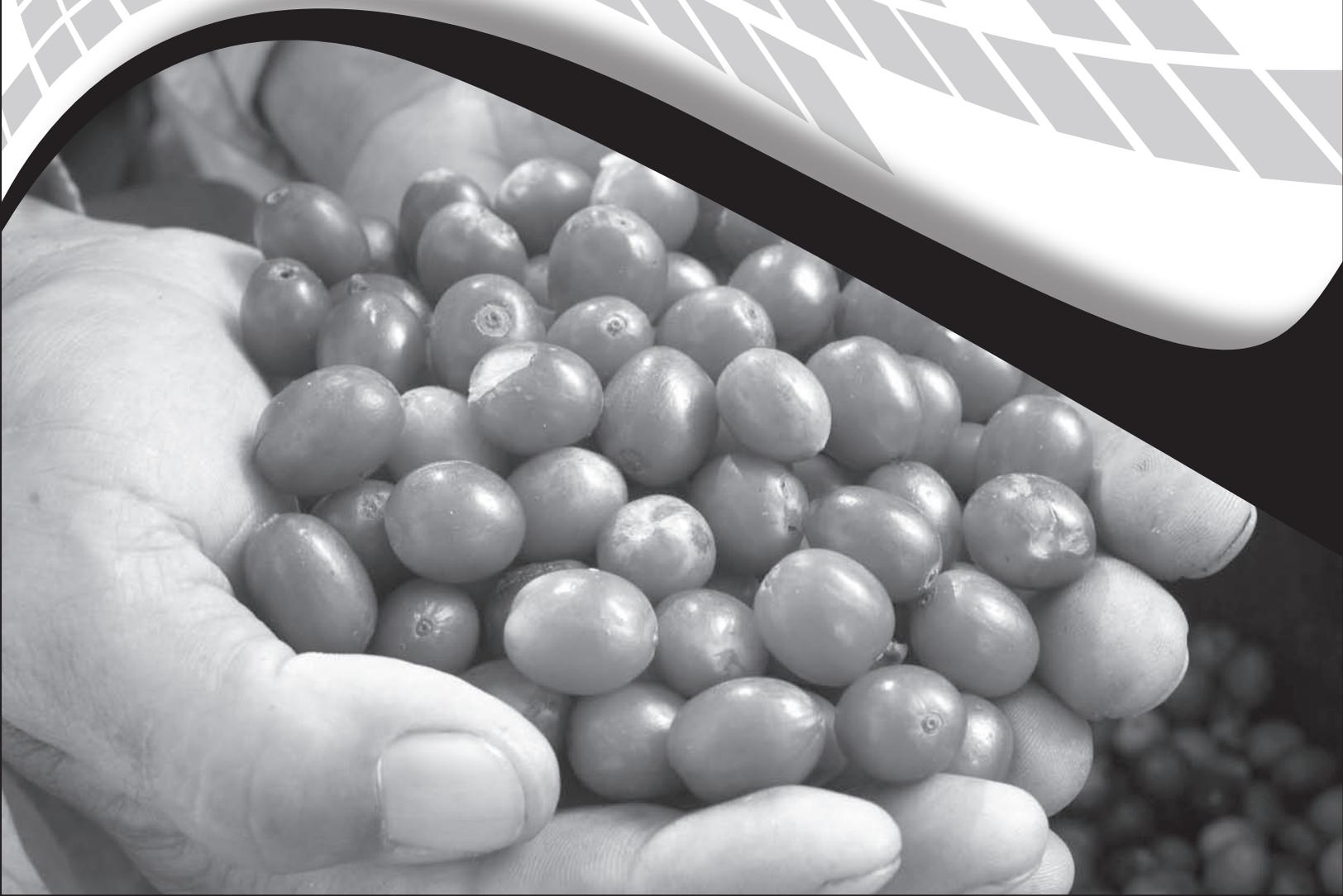
Se determinó, bajo un muestreo completamente aleatorio, como tamaño de muestra 150 árboles, con el fin de estimar el número medio de frutos perforados por broca por árbol en el lote, con los siguientes criterios: error de estimación 16 frutos brocados por árbol, varianza estimada en 10.117, un nivel de significación del 5% y una probabilidad mínima del 75%. Para estimar el parámetro proporción de árboles con frutos perforados, bajo un muestreo sistemático, se determinó como tamaño de muestra en el lote 150 árboles, con los siguientes criterios: una estimación de la proporción de árboles infestados en 23,3%, un error del 6,7% de proporción árboles infestados, un nivel de significación del 5% y una probabilidad mínima del 75%. Se identificó que en aquellos árboles donde las ramas productivas tienen menos de 30 frutos, para tener

un promedio de infestación por rama o por árbol menor del 2,7% (proporción de frutos perforado por broca), el máximo valor promedio por rama de frutos brocados debe ser de 0,284, para un promedio por rama de 13 frutos, es decir, si el árbol tiene 20 ramas con un promedio de 13 frutos, máximo en las 20 ramas el árbol debe tener seis frutos brocados, para tener un nivel de infestación menor del 3%.

Cuando se tenga en promedio por rama más de 30 frutos, con un máximo observado de 188 frutos, y en el 50% de las ramas se tenga un fruto perforado por broca, se puede lograr una mediana para la infestación del 1,9%. Para el caso de más de 30 frutos en la rama, se debe mantener máximo un fruto perforado por broca, para lograr niveles de infestación menores del 3,0%. De acuerdo con estos resultados se propuso un método de muestreo no probabilístico, denominado método en surcos, el cual consiste en recorrer el lote a través de los surcos. Si el lote tiene 150 surcos, se evalúa un árbol ubicado en el centro del surco, se verifica si tiene frutos perforados o no; en el caso que los tenga, en la rama con mayor número de frutos se cuenta el número de ellos perforados por broca. En el caso de que el lote tenga menos de 150 surcos, se deben inspeccionar en cada surco m árboles en el centro del surco, donde $m = 150/(\text{número de surcos del lote})$.

Al tomar la rama con mayor número de frutos de la zona productiva del árbol, se debe hacer una corrección en la estimación del número de frutos perforados, dado que con la información analizada, se determinó que con este criterio se sobreestima el parámetro número medio de frutos perforados por broca por rama. Por lo tanto, cuando se tenga el número medio de frutos perforados por rama, de acuerdo con el método de muestreo en surcos, se debe multiplicar por 0,325. Este valor se obtuvo de la relación lineal entre el número medio de frutos perforados por rama y el número de frutos perforados en la rama, con el mayor número de frutos de la zona productiva, con un coeficiente de regresión estimado en 0,325, diferente de cero estadísticamente, según prueba *t* al 5% y un coeficiente de determinación del 87%. Actualmente se está evaluando este método frente al método completamente aleatorio, con el mismo tamaño en cuanto al número de árboles (150) y en cada árbol seis ramas de la zona productiva. En 3 de 12 lecturas, con el método en surcos, se ha obtenido estadísticamente la misma estimación que la obtenida con el método de muestreo aleatorio.

Viabilidad Económica



I. AVANCES EN COSECHA

▪ Cosecha manual

Evaluación técnica de una metodología para la recolección del café con el dispositivo Raselca III.

ING0164. Se realizaron ensayos con la herramienta Raselca III, en los departamentos de Risaralda y Magdalena, en la Sierra Nevada en la Subestación de Pueblo Bello, durante la cosecha principal del 2008, noviembre y diciembre, utilizando un canasto con lonas colocadas en su boca para aumentar el área de recepción de frutos desprendidos, denominado “burrococo”, teniendo como testigo la cosecha manual tradicional (con canasto). Los resultados obtenidos no mostraron ventajas en rendimiento en la cosecha con el empleo de la herramienta Raselca III. En cuanto a la calidad, en promedio se cosechó con 2,5% de frutos verdes y, además, se cumplieron las recomendaciones dadas por Cenicafé para el MIB en frutos caídos al suelo y maduros sin recolectar (<5/ árbol).

Validación de métodos de recolección manual asistida y semimecanizada del café.

ING0175. Se evaluó el Dispositivo Canguaro para asistir la cosecha manual de Café. Las evaluaciones se realizaron en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas) en lotes de semilla Variedad Castillo®, en dos períodos (Figura 16). El primero hizo parte del final de la mitaca, junio y julio, con 15 recolectores, y el segundo a principios de la cosecha principal, agosto y septiembre.

En la evaluación se trabajó con árboles de *Coffea arabica* L. Variedad Castillo®, de 2ª y 3ª cosechas, con



Figura 16. Equipo de recolectores con el dispositivo Canguaro, en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas).

1 y 2 tallos/sitio, con densidades entre 4.000 y 10.000 tallos/ha. Las variables a evaluar fueron: porcentaje de frutos de café inmaduro en la masa cosechada (asociado al indicador de calidad), kilogramos de café cereza cosechados por hora (asociado al indicador eficiencia), número de frutos dejados en el suelo por árbol después de cada pase (asociado al indicador pérdidas), número de frutos maduros dejados en el árbol después de cada pase (asociado al indicador eficiencia).

Al momento de cada pase de recolección, el promedio en carga de café maduro por árbol para la primera etapa varió entre 288,6 y 220,1 g/árbol de café cereza (cc), para lotes 2006, y 74 y 182,0 g/árbol de cc para lotes los lotes 2007; mientras que para la segunda etapa el valor promedio para los lotes 2006 estuvo entre 154,8 y 336,8 g de cc/árbol y para lotes 2007 entre 156,0 y 219,0 g de cc/árbol. En la primera etapa se encontró efecto en las cuatro variables operativas con diferencias muy marcadas en la variable frutos inmaduros en la masa cosechada, con valores promedio de 0,39% y pérdidas promedio de 0,31 frutos dejados en el suelo.

▪ Cosecha Manual Asistida con herramientas portátiles

Se realizaron ensayos en la cosecha del 2008, durante el mes de diciembre, en la Subestación Pueblo Bello (Cesar), con los equipos Alfa y Cenicafé, utilizando para la recepción de los frutos desprendidos el dispositivo “burrococo”.

Dispositivo portátil para la cosecha de café con la aplicación de momentos flectores a los frutos

– **DESCAFÉ. ING0111.** Se realizaron ensayos en la Subestación Pueblo Bello de Cenicafé, localizada en el municipio Pueblo Bello, departamento del Cesar, en la cosecha principal del año 2008 (tercera semana de diciembre), utilizando para la recepción de los frutos desprendidos mallas colocadas en el piso y un canasto con lonas colocadas en su boca para aumentar el área de recepción de frutos, denominado “burrococo”, obteniendo aumentos en los rendimientos de 86,7% y 52,7%. El contenido máximo de frutos inmaduros fue de 4,0%, el promedio de frutos dejados en el suelo fue de 0,8 unidades por sitio con un límite superior de 2 e inferior de 0 y el promedio de frutos dejados en el árbol fue de 2,5 unidades por sitio con límites superior e inferior de 4 y de 1.

Cosecha de café con la herramienta Alfa bajo el esquema de investigación participativa. ING0173.

Para evaluar la tecnología Alfa-Cenicafé se emplearon dos equipos con un solo impactador de 20 cm de longitud, con cuatro paletas dentadas. Como sistema para recibo de los frutos desprendidos se empleó el canasto tradicional con una lona flexible que sirve de tobogán a los frutos desprendidos y que los conduce al recipiente denominado “burrococo”, debido a que los soportes de la lona se asemejaban a la cabeza de un burro. En la recolección manual se empleó el canasto tradicional. Al sistema Alfa se le acondicionó una pantalla semicircular transparente para contener los frutos impactados y evitar obstruir la visibilidad. En la Figura 17 se puede observar un operario cosechando café con los dispositivos mencionados.

En dos jornadas de trabajo con el equipo Alfa se logró un rendimiento en el rango de 13,6 a 14,6 kg/h, valores superiores en 11,5% y 32,5%, respectivamente, a los observados en las dos jornadas en la cosecha manual tradicional, en los mismos lotes. Los porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada con el dispositivo Alfa fueron 2,7% y 4,4% y con el método tradicional de 3,3% en las dos jornadas. En promedio se dejaron tres y cinco frutos maduros sin recolectar con el equipo Alfa y cinco con el método tradicional. Con el equipo Alfa, las pérdidas por caída de frutos al suelo por árbol fueron 10 y 13, y con el método tradicional de 7. Se requiere realizar modificaciones al dispositivo “burrococo” para disminuir la caída de frutos al suelo.



Figura 17. Equipo portátil ALFA para asistir la recolección de café, con pantalla y con “burrococo” para recibir los frutos desprendidos.

II. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Evaluación de la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados. La primera fase de este experimento permitió concluir que dos estrategias de cosecha sanitaria como T1: eliminación de frutos mediante recolección manual asistida con guantes y la captura de los frutos en mallas de sarán con velcro, y T2: recolección manual de todos los frutos y la captura de éstos en recipientes recolectores tradicionales, permitieron una disminución entre 85% y 95% de la broca que se encuentra en el cafetal posterior al zoqueo. En general, en un cafetal pueden quedar hasta 9,6 millones de brocas por hectárea, con un costo de manejo entre 350 y 760 mil pesos por hectárea. Posterior a estas evaluaciones, se propuso realizar una nueva repetición de estos tratamientos en el campo y evaluar la combinación de la recolección manual asistida con guantes y los recipientes recolectores tradicionales, para la eliminación y captura de frutos en la cosecha sanitaria.

Este experimento se realizó en tres cafetales de la Subestación Experimental La Catalina. Los tratamientos fueron: T1: recolección manual de café y captura en recipientes tradicionales de recolección, T2: recolección manual asistida con guantes y captura de frutos en mallas de sarán, y T3: recolección manual asistida con guantes y captura en recipientes tradicionales de recolección, los cuales fueron comparados con T4: testigo sin cosecha sanitaria. Este experimento fue realizado con un diseño completamente aleatorio, con tres repeticiones, en parcelas experimentales con aproximadamente 1.200 árboles. Se calculó que quedaron 1.390.000 frutos por hectárea cuando no se realizó cosecha sanitaria y que hacerla permite retirar entre el 69% y 85% de los frutos del cafetal. Se calculó un total de 2,9 millones de brocas dejadas en el cafetal, cuando no se realizó labor de manejo, y una disminución entre 59% y 77% de la broca en el suelo cuando se hizo cosecha sanitaria antes del zoqueo. Se estimó una población de adultos de broca de 1,6 millones en el tratamiento testigo, que voló hacia cafetales vecinos. La cosecha sanitaria permitió disminuir estos vuelos de broca entre 29% y 36%. Los costos de la cosecha sanitaria se estimaron por árbol para cada tratamiento. La cosecha tradicional manual con y sin asistencia de guantes y captura de los frutos con recipientes recolectores tradicionales, tuvo un costo por hectárea que osciló entre \$ 80.000 y \$645.000,

mientras que el uso de las mallas de sarán elevó los costos hasta \$ 880.000. Este valor fluctúa de acuerdo al número de árboles a cosechar, la cantidad de frutos por árbol, la topografía del terreno, las condiciones agronómicas del cultivo y las variables de clima en el momento de realizar la actividad.

Evaluación económica de tres sistemas de producción de café. ECO0204. Se evaluó el efecto económico de la distancia de siembra y del número de plantas por sitio en tres sistemas: Un tallo a 1m x 1m [1x1(1)], dos tallos descopados por sitio a 1m x 2m [1x2(2)], y un tallo sin descopar a 1m x 2m [1x2(1)]. Los resultados del primer ciclo de producción de 5,5 años en siembra nueva, presentaron diferencias entre los sistemas, tanto en los costos (Tabla 38) como en los ingresos (Tabla 39). El valor presente del margen bruto fue mayor para el sistema con un tallo a 1m x 1m, le siguió el sistema descopado sembrado a 1m x 2m con \$ 802.582 de

diferencia, y el más bajo fue el sistema con un tallo sin descopar a 1m x 2m con \$ 8.931.032 de menor margen bruto (Tabla 40); el margen bruto se obtiene de restar a los ingresos los costos de producción. En la Tabla 41, se presenta la producción en arrobas de café pergamino seco para cada sistema, donde puede observarse que la producción del [1x1(1)] fue mayor en 63,6 @ de c.p.s. durante el ciclo con relación a [1x2(2)], como consecuencia se obtienen mayores ingresos para este sistema [1x1(1)]. No obstante, la producción entre los sistemas [1x1(1)] y [1x2(2)], no tuvo una marcada variación, lo que corrobora resultados de trabajos anteriores de Cenicafé, en los cuales no se encontraron diferencias estadísticas significativas con densidades de siembra de 10.000 plantas/ha obtenidas con una y con dos plantas por sitio. Para la instalación de los cultivos, cuando se siembran plantas a 1m x 2m, descopado o normal, se requieren 51% menos de recursos que el sistema

Tabla 38. Costos de los sistemas de siembra.

Año	Año del ciclo	Sistema de producción (\$)		
		1x1(1)	1x2(2)	1x2(1)
2001	1	3.351.179	1.769.733	1.735.920
2002	2	1.974.559	1.786.695	1.838.040
2003	3	1.313.120	1.220.623	1.199.699
2004	4	1.434.737	1.441.213	1.482.125
2005	5	1.388.156	1.275.726	1.309.357
2006	6	1.251.725	1.128.114	1.161.125
Total		10.713.476	8.622.104	8.726.266

Tabla 39. Ingresos generados por la producción de café en cada sistema.

Año	Año del ciclo	Sistema de producción (\$)		
		1x1(1)	1x2(2)	1x2(1)
2001	1	0	0	0
2002	2	319.547	223.239	167.762
2003	3	8.592.926	6.062.006	4.275.892
2004	4	8.067.670	7.996.299	5.281.482
2005	5	7.566.017	8.187.496	6.026.380
2006	6	5.536.808	6.024.844	5.174.902
Total		30.082.968	28.493.884	20.926.418

Tábla 40. Valor presente del margen bruto.

Sistema	Valor presente del margen bruto (\$)
1x1(1)	21.100.581
1x2(2)	20.297.999
1x2(1)	12.169.549

sembrado a 1m x 1m; los costos en este último sistema fueron de \$ 1.958.434 frente a un promedio de \$ 973.000 para los otros dos sistemas. En el caso de las labores agronómicas de sostenimiento del cafetal la reducción fue del 19% de los costos acumulados, en dichos sistemas, con relación al sembrado a 1m x 1m. Para estimar los costos e ingresos de la tecnología por sistema de producción, se actualizaron al año cero del período de inversión, es decir el año 2001. Para los costos se tomaron los precios del Almacén del Café a abril de 2009, como precio base, y para los ingresos se tomó el promedio de los últimos 12 meses a diciembre de 2008, según registros de la Federación de Cafeteros. En este análisis se incluyen los costos del manejo agronómico del cultivo, pero no los de cosecha y beneficio, por ser éstos proporcionales.

Análisis económico de tres sistemas de renovación de cafetales. ECO0207. A partir de los datos y resultados

preliminares del experimento ECO0207, se realizó un análisis descriptivo de los resultados y la presentación de las consideraciones y observaciones, a partir del análisis de datos de producción suministrados por la Estación Central Naranjal, en el año 2008, la información básica del experimento es la siguiente:

Fecha de instalación: Año 2004 – meses de abril y mayo
 Sitio de instalación: Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas)
 Sistema de producción: A plena exposición solar
 Variedad de café: Variedad Colombia
 Tratamientos: Tres sistemas de renovación: Zoca o poda calavera (ZCAL), Zoca pulmón (ZPUL) y Zoca total o convencional a 30 cm (ZTOT).

Distribución de la cosecha expresada en café pergamino seco. En la Tabla 42 se presentan las producciones en arrobas por hectárea por año de café pergamino seco (@/ha/año de c.p.s.), para cada uno de los tratamientos evaluados. Los resultados muestran que la menor producción se obtuvo con la poda calavera, con una reducción del 36%, frente a la zoca pulmón, y este tratamiento superó en un 2% la producción de la zoca total.

Tábla 41. Producción en el ciclo de los tres sistemas (@ de c.p.s.).

Sistema	Año						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Acumulado
1x1(1)	0	11,1	279,6	229,6	165,6	118,9	804,6
1x2(2)	0	7,8	197,2	227,5	179,2	129,4	741,0
1x2(1)	0	5,8	139,1	150,3	131,9	111,1	538,2

Tábla 42. Producción de los tres sistemas de renovación en los años 2005 al 2007 (@/ha/año de c.p.s.).

Año	Tratamiento		
	ZCAL	ZPUL	ZTOT
2005	96,86	244,99	76,84
2006	369,28	363,72	492,01
2007	177,53	425,18	440,99
Total	643,67	1.033,89	1.009,84

ZCAL: Zoca o poda calavera; ZPUL: Zoca pulmón; ZTOT: Zoca total o convencional a 30 cm.

Durante el primer año (2005), el tratamiento de zoca pulmón tuvo una producción que superó en 153% a la poda calavera y en el 219% a la zoca total, explicable porque para estos dos últimos tratamientos aún no se había iniciado la etapa productiva. En la producción acumulada los resultados de la zoca pulmón con respecto a la zoca total fueron similares, mientras que para la zoca total con respecto a la poda calavera la diferencia total alcanzó niveles del 61%.

Consideraciones finales. Con dos cosechas principales es difícil de concluir si existe diferencia estadística en la producción del tratamiento zoca pulmón vs. zoca total, ya que en el acumulado de la producción y de ingresos los valores son cercanos (23 @ de c.p.s. de diferencia o su equivalente en pesos \$ 985.296), y la tendencia de la producción de este último tratamiento es un aumento frente a la zoca pulmón, por lo que tener evaluaciones de al menos un ciclo completo o dos ciclos podrían reflejar resultados más claros.

Podría concluirse también que con el valor de una carga de 10 @ de c.p.s., se puede cubrir el mayor costo presentado entre la zoca pulmón con la poda calavera y con el doble de esa producción se cubriría el sobre costo presentado en el tratamiento zoca total con respecto a la poda calavera, quedando un margen de más de 300 @ de c.p.s., de mayor producción entre los dos tratamientos de mayores costos frente a la poda calavera.

Identificación de ventajas y desventajas económicas y sociales de la implementación de la Norma de Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance (RA) en dos regiones cafeteras de Colombia. ECO0306. Con el objeto de determinar las ventajas y desventajas económicas, sociales y ambientales de la implementación de la Norma para la Agricultura Sostenible de RAS en fincas de los departamentos de Cundinamarca y Santander, se seleccionaron 29 fincas certificadas (CE) con mínimo tres años con la certificación *Rainforest Alliance* y el mismo número de fincas convencionales o sin ningún tipo de certificación (NC) para cada departamento.

Para la toma de información en el campo se empleó un instrumento de medición o encuesta semiestructurada, y los datos a registrar en la misma se clasificaron en tres grupos: información socioeconómica, información sobre el uso de la tierra, sistemas de producción y manejo ambiental,

y la percepción de los caficultores con respecto a la certificación.

Se cumplió la visita y reunión personalizada con cada caficultor seleccionado en la muestra (Figura 18), la cual incluyó caficultores certificados y no certificados. En total cada caficultor se visitó entre dos y tres veces durante el período del informe, para cumplir en primera instancia con la presentación del proyecto, sus objetivos y compromisos por parte de los caficultores y de la Federación de Cafeteros; así mismo, se tomó información general del caficultor y de la finca y se indicó la información que debe tener registrada el caficultor.

Se evaluaron criterios o variables propios de la Norma de la RAS y mediante una caracterización se establecieron las diferencias entre ambos tipos de fincas (CE y NC). Para ello se realizaron análisis de estadística descriptiva, con las variables de interés y con las variables complementarias.

Para la tenencia de la tierra en el departamento de Cundinamarca, se encontró que el 92% de los caficultores certificados tienen el dominio de los predios, es decir, son los propietarios legales; el 8% restante tiene otro tipo de tenencia de la tierra. Para el caso de los caficultores no certificados, el 89% de los encuestados tienen finca propia, y el porcentaje restante se divide entre otro tipo de tenencia con el 8% y el arriendo de fincas con el 3%. En el departamento de Santander, el 100% de los caficultores certificados son propietarios del predio, para el caso de los NC, el 86% son propietarios, el 7% la tienen en arriendo y el restante tiene otro tipo de tenencia.



Figura 18. Aplicación del instrumento de medición en las fincas.

El 56% de las fincas CE de Cundinamarca utilizan principalmente mano de obra contratada y el restante 44% corresponde a mano de obra contratada y familiar. En las fincas NC de este departamento, el 47% utiliza mano de obra contratada y familiar, el 39% contratada únicamente y el 14% solo familiar. Del mismo modo, en el departamento de Santander, el 76% de las fincas CE utilizan principalmente mano de obra contratada y el 24% a mano de obra contratada y familiar. En las fincas NC el 62% utiliza mano de obra contratada y familiar, el 31% contratada y el 7% de tipo familiar.

En aspectos ambientales se evaluó el tratamiento que los caficultores le dan a las aguas residuales: para el departamento de Cundinamarca el 58% de las fincas CE cuentan con un sistema séptico de tratamiento de aguas residuales, el 28% tiene pozo en tierra y el 14% posee ambos tipos de tratamiento. En las fincas NC de este departamento se presenta un panorama diferente: el 31% vierte las aguas residuales a fuentes de agua o cañadas, el 30% en pozos de tierra, el 19% no tiene ningún tratamiento y no expresan con claridad cuál es la disposición final de las aguas, el 14% tiene pozo séptico, el 3% conduce sus aguas residuales a sistemas sépticos y pozos en tierra, y el 3% utiliza campos de infiltración como potreros y cafetales para derramar las aguas residuales. En el departamento de Santander el 52% de las fincas CE

cuentan con un sistema séptico de tratamiento de aguas residuales, el 48% tiene tanque séptico y pozo en tierra. En este departamento, las fincas NC difieren de la siguiente manera con las CE: el 42% no tiene ningún tratamiento, el 21% tiene tanque séptico y pozo en tierra, el 17% en pozos de tierra, el 14% conduce sus aguas residuales a sistemas sépticos, el 3% vierte las aguas residuales a fuentes de agua o cañadas y el 3% utiliza campos de infiltración como potreros y cafetales.

En aspectos económicos los caficultores CE de Cundinamarca, reportaron un promedio de la producción por finca de 146 @ de c.p.s., y un promedio de la producción por hectárea de 85,64 @ de c.p.s., durante el año 2008. En las fincas NC de este mismo departamento, se encontraron promedios de producción total por predio de 95 @ de c.p.s. y por hectárea de 68,15 @ de c.p.s. Para el departamento de Santander: los caficultores CE durante el año 2008 reportaron un promedio de la producción por finca de 589,8 @ de c.p.s., y un promedio de producción por hectárea de 138,6 @ de c.p.s.. En las fincas NC, se encontraron promedios de producción total por predio de 353,3 @ de c.p.s. y por hectárea de 110,4 @ de c.p.s.. Para ambos departamentos el promedio por hectárea se estimó con base en las hectáreas productivas en cada finca.

Calidad y Cafés Especiales



I. AVANCES EN BENEFICIO

Separación de frutos verdes por medios mecánicos.

ING1122. En esta investigación se evaluó el desempeño técnico y ambiental de una máquina de fabricación comercial, diseñada para separar frutos inmaduros de café sin utilizar agua. La máquina, de flujo vertical ascendente del producto, tiene dos descargas: radial, principalmente café despulpado y pulpa, y axial, para café sin despulpar y parte de la pulpa. En la evaluación de la máquina se consideraron tres flujos de café en cereza (1.500, 2.000 y 2.500 kg/h) y tres contenidos de frutos verdes en la materia prima (4%, 7% y 10%), en arreglo factorial 3x3, con cinco repeticiones en cada tratamiento. El porcentaje de separación de frutos verdes varió entre 96,5% y 99,4% y el porcentaje de café maduro (despulpado y en fruto) presente en la descarga axial del equipo (pérdidas) varió de 0,012% a 0,019%. La carga contaminante de los lixiviados resultantes al beneficiar el café procesado en la separadora de frutos verdes en un módulo BECOLSUB es alta, 59.200 a 122.500 mg DQO/L, por lo cual deben ser tratados antes de ser vertidos a las fuentes de agua.

Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación.

ING1123. Ante la ausencia de un método de control para el proceso de fermentación, se desarrolló un método que permite determinar el punto de lavado del café en fermentación, el cual se basa en los cambios de densidad que presenta la masa de café desde el estado despulpado hasta la remoción completa (97% para este proceso). El método consiste en controlar los cambios de volumen a través de la altura de una masa conocida en un dispositivo en forma de cono truncado, que permite aumentar la eficiencia de cambio de altura (dh/h) con el cambio de volumen de la masa (dV/V). La hidrólisis del mucílago permite el drenaje de éste a través de los granos y de la malla perforada, en la cual se construyó el dispositivo.

Se evaluó el porcentaje de remoción de mucílago por medio del método enzimático con el diferencial de altura de la masa, encontrando la relación determinada teóricamente, reducción de la altura de la masa de entre 99,5 y 114 mm y más del 95% de remoción.

Se debe desarrollar la metodología para evaluar la precisión y exactitud del método, y la validación en fincas decaficultrices que realicen el proceso de fermentación.

Determinación del consumo específico de agua para el lavado del café con la tecnología DESLIM, en fermentación natural. ING1129. El café, al final de la etapa de fermentación, presenta mucílago adherido que puede representar del 1 al 20% del valor inicial. El lavado mecánico con equipo DESLIM es una alternativa para retirar todo el mucílago hidrolizado y más del 80% del no hidrolizado en la etapa de fermentación (adherido), con consumo específico de agua promedio de 0,3 L/kg de c.p.s. (Figura 19). Las mieles generadas con este bajo consumo específico de agua pueden ser deshidratadas al sol y el material resultante puede ser utilizado como fuente de materia orgánica en almácigos, para controlar el 100% de la contaminación generada por el proceso de beneficio húmedo.

Evaluación de las pérdidas de peso del café durante la fermentación del mucílago.

QIN0161. Para una presión atmosférica de 585 mm Hg y una temperatura media de 25°C, con masas de café en baba que oscilaron alrededor de 21,9 kg de café en baba. Se obtuvo un promedio de 7,57 L de CO₂ en 24 horas de fermentación y 20,5 L de CO₂ a las 95 horas, lo que permite estimar una pérdida de peso por producción de CO₂ de 0,5% (Figura 20), calculado respecto al café en baba, 0,03% respecto al café en cereza, y 0,1% respecto al café pergamino seco. Se recomienda realizar esta evaluación con un testigo de mucílago solo, para determinar que parte de esa variación del peso corresponde al mucílago solo.



Figura 19. Lavado de café con equipo DESLIM, en proceso con fermentación natural.

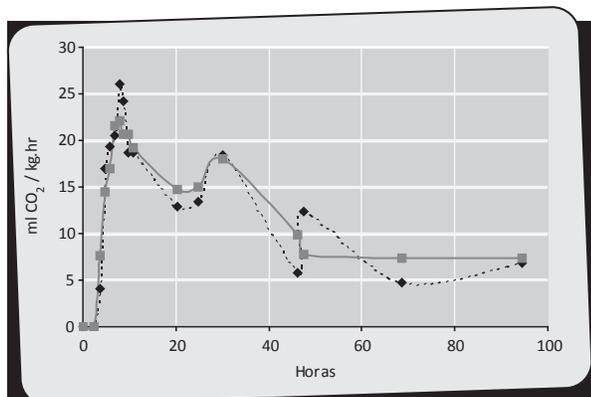


Figura 20. Dinámica de producción de CO_2 durante la fermentación del mucílago de café. Ensayos 2009

II. AVANCES EN SECADO

Evaluación de tecnologías solares parabólicas para el secado del café. ING0831. Con el fin de facilitar la construcción de secadores solares tipo Túnel en sitios donde no hay disponibilidad de guadua y además es costosa, aumentar la vida útil de los materiales empleados en la estructura y facilitar la construcción, se diseñaron dos nuevos modelos, denominados Túnel Solar Modelo 1 (TS-1), con las dimensiones presentadas en el Avance Técnico 353, y Túnel Solar Modelo 2 (TS-2) con menor altura y volumen de cámara de secado que el modelo TS-1. Con el nuevo secador (TS-2) se logra secar café en menor tiempo que en el modelo 1 (20% a 40%), con igual altura de capa de granos (2 cm). Se proyecta construir secadores modelo TS-2 en granjas localizadas en los departamentos de Cauca, Quindío y Valle, con fines de capacitación y transferencia a los caficultores (Figura 21).

Determinación del contenido de humedad del café en tiempo real, durante el secado en silos. ING0833. Se implementó un sistema electromecánico para registrar el peso del café contenido en una columna de igual altura que la capa a secar, que permite obtener las variaciones instantáneas de peso durante el proceso de secado, calcular el contenido de humedad correspondiente y presentarlo en una pantalla externa. El dispositivo también genera señales para advertir al usuario la finalización del proceso. Con este dispositivo, con capa de 40 cm de altura, se obtuvo café en el rango de 10% a 12% en el 100% de los ensayos realizados. Utilizando una balanza externa (digital) para pesar el café contenido en el cilindro interior, con capa de 20 a 42 cm de

altura, se obtuvo café seco en el rango del 10% al 12% en el 100% de los ensayos. Los resultados obtenidos hasta el presente indican que la tecnología *OK Café* es promisoría para la medición de la humedad del café en línea en secado con aire forzado.

Validación del método Gravimet en fincas de pequeños caficultores. ING0839. Se finalizó el proceso de validación con los caficultores de Antioquia y Caldas (Aguadas, Palestina y Chinchiná). Se inició el proceso con 15 caficultores del departamento del Quindío. Se tienen registros de 231 lotes de secado con el método Gravimet, realizados por los caficultores, de los cuales el 93% tuvieron una humedad final entre 10% y 12% b.h.. De los 76 caficultores con los que se finalizó el proceso de validación, 20 se consideran adoptantes de la tecnología, ya que continúan haciendo control al café en secado solar con el método Gravimet. El 80% de los caficultores que han evaluado el método por componentes, opinan que es de fácil aplicación, y que la mayor dificultad se encuentra en el manejo de la muestra en la canastilla y de la altura de la capa en el secador.

Desarrollo de un molino casero para la trilla de café pergamino seco. Se reemplazaron los discos metálicos de un molino para maíz, por discos fabricados en

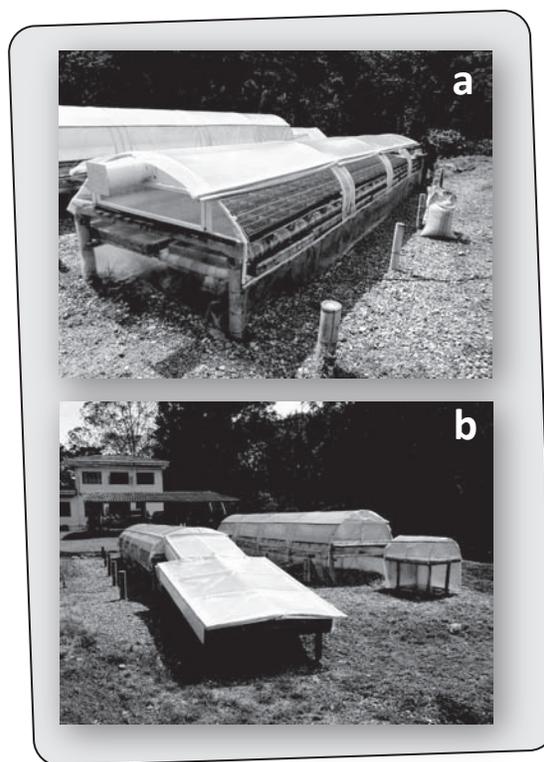


Figura 21. Secador tipo Túnel Solar TS-2. Vistas lateral, con extractor de aire (a) y posterior, con colector solar (b).

Banda 3 lonas corrugada (ICOBANDAS S.A.), lo cual permite tener un molino económico para trillar café en las compraventas de café y en las viviendas rurales.

II. CALIDAD DEL CAFÉ

Efecto del tipo de beneficio del café en la calidad.

QIN0302. Se comparó la calidad del café según los métodos de procesamiento: vía húmeda (despulpado, fermentación, lavado y secado), vía seca (secado como fruto) y *descascado* (despulpado y secado con el mucílago). Se confirmó la influencia del tipo de beneficio en la calidad del café. Se demostró que las mejores calidades de café se obtienen mediante la fermentación natural, con un 93% de tazas aceptadas y frecuencia de sabores suaves, dulces y balanceados, y menores rechazos (Tabla 43).

Durante el secado del café cereza y el proceso *descascado* se presentaron excelentes condiciones climáticas, con ausencia de lluvias, alto brillo solar (6 horas en promedio) y baja humedad relativa (73%). Adicionalmente, el secado se realizó en capas delgadas de 2 cm, no se desarrollaron mohos, ni sabores terrosos en las muestras, por el contrario, por la vía seca se obtuvieron algunas tazas con sabores agradables, afrutados con sabor a moras y uvas pasas, aunque ninguna taza estuvo en el rango de calificación aceptable.

En el caso del proceso *descascado* se presentaron sabores a chocolate en el 8% de las tazas, para un total de 25% de tazas aceptadas, aunque en este último proceso se presentó astringencia marcada en la tercera parte de las tazas. Se concluye que para condiciones ambientales secas y procesos controlados de la calidad de la materia prima, y con el uso de capas

delgadas de café en el secado, sería posible procesar los frutos por vía seca o secar el café con el mucílago adherido para obtener algunos sabores especiales, aunque las características de calidad del café producido con estos procesos no alcanzarían los estándares de calidad del café de Colombia, que se obtienen cuando se procesa por la vía húmeda (Tabla 44).

Estudio de la calidad y del contenido de elementos químicos en el café de Colombia según los suelos y la altitud del cultivo. QIN3010.

Para conocer el efecto de la altitud y de los suelos en la calidad del café de Colombia y en la composición química se continuó con el análisis de laboratorio del contenido de 43 elementos químicos en granos de café verde de muestras de 8 departamentos de Colombia, procedentes de 16 unidades de suelos, 6 materiales parentales, 3 rangos de altitud, 7 variedades botánicas, 2 tipos de beneficio, 2 tipos de secado y de 2 tipos de muestras, según proceso de la finca y según las BPA en el beneficio. Se analizaron los siguientes elementos químicos: Al, Ag, Au, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V y Zn, mediante espectrómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), y As, Bi, Sb, Se y Te, mediante la generación de hidruros. El contenido de N se determinó por el método Kjeldahl.

En promedio, el avance de los análisis de elementos en los granos de café verde es de 67%, con 63.092 determinaciones analíticas. En esta investigación también se analiza el contenido de los mismos elementos en los suelos y en el café tostado, con un avance del 20% de las determinaciones (Tabla 45). También se completaron los análisis sensoriales de calidad de las muestras de los departamentos del Tolima y Huila.

Tabla 43. Clasificación de la calidad del café según el tipo de procesamiento. Ensayos 2009.

Clasificación de calidad	Tipo de beneficio		
	Vía húmeda	Vía seca	<i>Descascado</i>
Aceptable	76,6	0,0	25,0
Tolerable	16,4	12,5	33,3
Rechazo	7,0	87,5	41,7

Tábla 44. Frecuencia de las características de calidad del café según el tipo de procesamiento. Ensayos 2009.

Descripción o defecto	Tipo de beneficio		
	Vía húmeda	Vía seca	Descascado
Muy buena calidad	2,3	0	4,2
Buena calidad	68,8	0	0
Buena calidad, nuez	0	0	4,2
Buena calidad, hierba	1,6	0	0,0
Chocolate amargo	2,3	0	8,3
Cítrico	0,8	0	0,0
Dulce, c-hocolate	0,8	0	0,0
Pepino	0	0	4,2
Buena calidad, arveja verde	0	0	4,2
Tolerable	12,5	0	0
Astringente	3,9	6,3	33,3
Vino, astringente	0	6,3	0,0
Vino fermento	0	6,3	0
Uvas, fermento, fruta	0	6,3	0
Fermento, uva	0	0	8,4
Fermento	4,7	62,5	33,3
Leñoso	2,3	0	0
Sucio	0	12,5	0

Los elementos más abundantes en el grano de café después del C, H y O son: N, K, S, Mg, Ca y Na. Los elementos que se encuentran en menor frecuencia son As, Sc, Pd, Sb, Be y Bi, por debajo de 2 ppb en promedio, éstos son elementos pesados y tóxicos. Los elementos más variables en el grano de café verde de variedad Colombia son Al, Ti, Tl, Pb, Te, Ga, V, Se, Cd, As, Pd, SB, Be y Bi, con coeficientes de variación mayores a 100%.

Los elementos menos variables en el grano de café verde de variedad Colombia son K, S, Mg, P, Ca, Na, Fe, Cu y Zn, los cuales son constituyentes principales de las plantas, excepto el elemento La, con coeficientes de variación menores al 40%; estos elementos químicos no permiten diferenciar la calidad del café entre los factores de estudio. Se observó que los valores máximos de algunos elementos pueden estar asociados a las prácticas agronómicas y procesos de los sitios de procedencia de las muestras de estudio en Colombia.

Mediciones de la calidad y la composición química de café de varios países de origen. QIN3013. Se

determinaron los contenidos de los elementos químicos en 40 muestras extranjeras, obtenidas por la FNC para investigación. Se efectuaron varios análisis estadísticos y se propuso una posible identificación del origen de 20 muestras extranjeras de trazabilidad desconocida, según el contenido de los elementos químicos en el grano de café verde y la calidad de las muestras. Se acertó en el 95% de las muestras.

Entrenamiento de catadores y funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. QIN0302. Se realizaron 3.010 análisis sensoriales a la bebida y 1.789 análisis fisicoquímicos a granos y bebidas de café de muestras de investigaciones de la Disciplina provenientes de fincas y de ensayos de fermentación del mucílago y secado del café. También se analizaron sensorialmente 316 tazas de muestras de otras disciplinas de Cenicafé. Se recibió el diploma en el 2009 en las pruebas para certificación como *Q - grade cupper* por parte de SCAA.

Tabla 45. Contenido de los elementos químicos evaluados en granos de café verde, de fincas cafeteras de Colombia. QIN3010, Octubre 2009.

Elemento	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio	C.V %	# Datos
K	ppm	11.144	25.451,0	184.88,4955	11,5	1863
S	ppm	180,1	12.301,0	3.236,1537	41,0	1863
Mg	ppm	254,4	2.684,0	1.615,4905	18,7	1863
P	ppm	211	1.955,0	1.384,9597	15,1	1863
Ca	ppm	243,5	1.510,0	866,3334	21,3	1863
Na	ppm	8,52	193,7	63,0301	42,1	1458
Rb	ppm	1,5	215,8	52,5387	60,7	1461
Fe	ppm	2,553	2,6	21,4144	47,9	1863
Mn	ppm	0	81,4	16,9534	54,6	1863
Si	ppm	0,069	66,3	13,7178	63,4	1863
Sr	ppm	0,2514	46,8	11,8904	53,8	1863
Cu	ppm	0,7857	35,8	10,5548	27,9	1860
Al	ppm	0	123,2	9,8570	100,8	1863
B	ppm	0	44,7	7,0831	58,4	1462
Ba	ppm	0	20,1	6,0271	60,1	1863
Zn	ppm	0,0105	11,5	3,9148	38,9	1863
Li	ppm	0	9,1	1,4102	84,8	1461
In	ppm	0	4,9	0,8345	56,1	1569
Ni	ppb	15,98	1.613,0	298,0717	68,3	1456
Sn	ppb	17,89	2.658,0	234,9385	89,6	1434
Ti	ppb	4,905	7.981,0	166,3156	198,0	1485
Co	ppb	0,9028	537,6	92,6113	89,9	1460
Pt	ppb	0,037	663,6	82,7401	54,3	1484
Cr	ppb	9,283	617,2	69,3035	77,5	1453
Mo	ppb	0	179,8	20,3998	96,6	1483
Ge	ppb	0	89,4	18,9005	74,9	1484
Tl	ppb	0	179,2	18,5992	199,4	1462
Pb	ppb	0	499,5	18,0003	108,3	1478
La	ppb	0	51,9	15,5739	42,7	1484
Ce	ppb	0	66,9	13,7745	54,0	1482
Te	ppb	0	277,8	11,7636	386,6	427
Ga	ppb	0	136,7	9,8215	124,1	1485
Au	ppb	0	33,7	7,7699	95,7	1425
V	ppb	0	349,4	5,1262	364,9	1460
Se	ppb	0	44,4	5,0887	126,5	427
Ag	ppb	0	16,7	4,7988	64,3	1485
Cd	ppb	0	42,0	2,6134	101,1	1460
As	ppb	0	33,6	1,7749	273,8	429
Sc	ppb	0	10,3	1,2776	95,2	1485
Pd	ppb	0	25,3	1,1215	173,1	1464
Sb	ppb	0	10,3	0,5413	223,4	429
Be	ppb	0	2,3	0,1744	109,6	1485
Bi	ppb	0	4,6	0,1720	355,4	429

Sistemas de Producción Complementarios



I. Especies forestales

Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial de la región cafetera colombiana, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*. ETI0111. Entresaca realizada en el ensayo de procedencias y progenies, ubicado en Fredonia (Antioquia) en el lote El Olvido.

En el estudio de Procedencias y Progenies de *Cordia alliodora* establecido en Fredonia (Antioquia), se eliminaron los genotipos y los individuos que presentaron los valores más bajos en cuanto a rendimiento, medido en metros cúbicos (m³) de madera, y características fenotípicas indeseables (torcidos, bifurcados, suprimidos, con menores diámetro y altura). Se espera que con el cruce de los materiales superiores se produzca semilla que le brindará a los agricultores los mayores ingresos, por el incremento en la producción de madera (Tabla 46).

Evaluación dendrométrica del banco clonal de *Cordia alliodora* establecido en la Subestación Experimental

Paraguaito (Quindío). Las prácticas silviculturales aplicadas en los huertos semilleros deben ir encaminadas a obtener individuos con diámetro de copa grande, para tener mayor área efectiva potencial para la producción de semilla, diámetro a la altura de pecho mayor que genera mayor resistencia mecánica y alturas bajas, ya que al momento de recolectar la semilla no se requiere ascender al árbol.

El genotipo que presentó el mayor diámetro de copa (16,81 m) fue R-III-1-10, esto indica que tiene un gran potencial para la producción de semilla por su mayor área, el menor desarrollo se registró en el genotipo S-II-2-1, con 3,78 m. Los rametos del genotipo CU-I-1-3 presentaron el mayor promedio en diámetro con 28,43 cm, lo que indica un tasa de crecimiento medio anual de 4,01 m. La mayor altura la reportan los rametos del genotipo A-IV-1-1 con 16,9 m, lo que se traduce en una tasa media anual de 2,38 m; este valor es importante cuando el fin del cultivo es obtener madera, pero como el objetivo es producir semilla, no se requiere de un valor tan alto. El genotipo S-II-2-1 presenta el menor promedio con 3,10 m (Figura 22).

Tabla 46. Individuos remanentes por progenie después de la entresaca.

Código	Bloque I	Vivos	Bloque II	Vivos	Bloque III	Vivos
R-III-2-1	14	0	21	0	48	0
R-I-2-1	6	0	27	3	56	0
CL-I-1-1	20	0	36	0	44	1
CU-I-1-8	9	2	34	10	47	4
R-I-1-2	13	0	29	9	43	2
R-III-3-1	12	0	33	0	54	0
R-IV-1-1	4	5	35	11	57	6
R-I-1-1	18	0	25	7	59	2
R-I-2-2	1	1	26	12	53	4
R-I-1-3	10	6	40	14	51	8
R-III-3-2	5	0	22	13	58	9
R-I-1-10	3	0	32	7	55	0
R-IV-1-2	7	0	31	4	60	4
R-VI-1-2	8	1	24	0	52	0
R-VII-2-1	2	2	28	3	50	0
R-IV-1-3	17	0	38	2	46	0
R-VIII-1-2	11	0	30	2	45	0
R-VII-2-3	19	0	39	1	42	0
R-IV-1-4	15	0	23	12	49	2
R-VIII-1-3	16	17	37	0	41	2
Total árboles remanentes						171

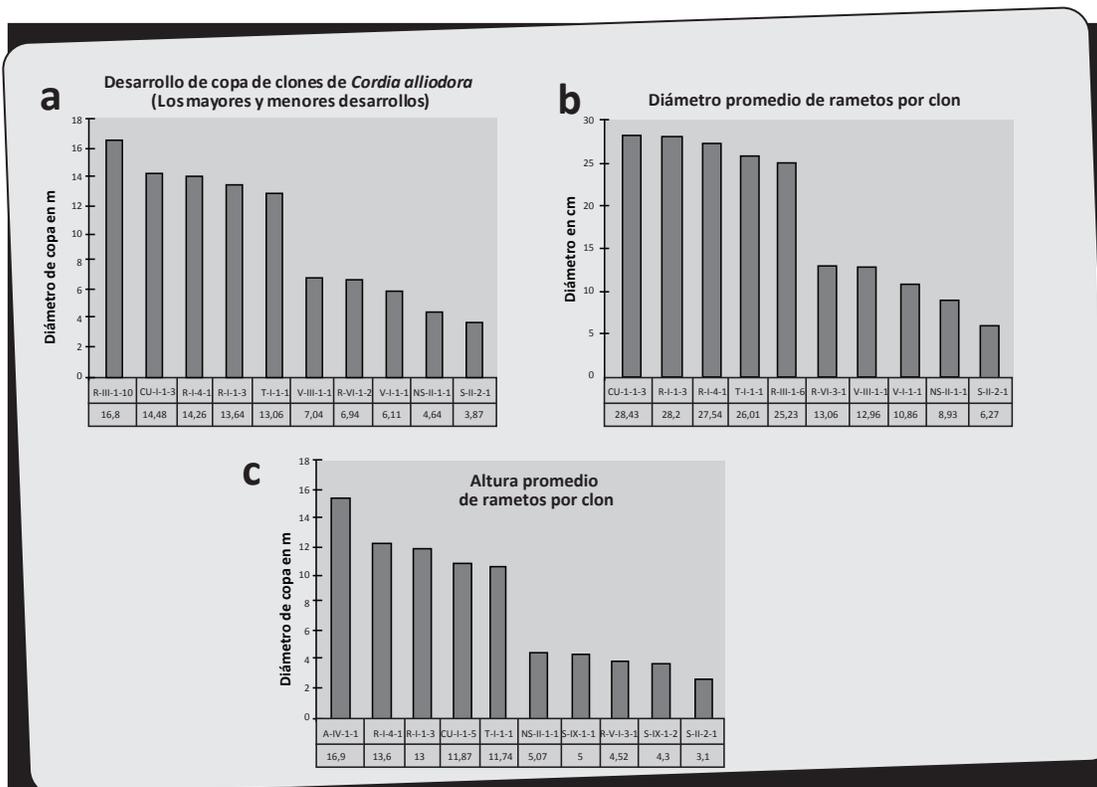


Figura 22. Crecimiento de los genotipos del banco de germoplasma de Paraguaicito en a. diámetro de copa; b. diámetro a la altura del pecho y c. altura total.

Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para reforestación industrial.

ETIO113. Las prácticas silviculturales de las especies forestales en plantaciones comerciales deben ir encaminadas a la obtención de mejores rendimientos (m^3/ha de madera) que sustente las inversiones de establecimiento, manejo, aprovechamiento, y que generen márgenes de utilidad. Con el fin de tener algunos parámetros adecuados sobre el manejo de algunas especies forestales nativas como: *Alnus acuminata*, *Retrophyllum rospigliosii*, *Cordia alliodora* y *Cordia gerascanthus*, se continúa con las mediciones dendrométricas, la aplicación de entresacas según la metodología CCT, podas y actividades de mantenimiento en los ensayos establecidos para tal fin.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la finca La Linda (Salamina, Caldas), los mayores promedios en crecimiento ($0,030 m^3/árboles$) se obtienen en parcelas de nogal cafetero, establecidas a una distancia de siembra de $2,3 \times 2,3 m$ (1.890 árboles/ha) y una dosis de $50 kg/ha - 20 kg/ha - 0 kg/ha - 2,5 kg/ha - 5,5 kg/ha$ de N-P-K-B- Elementos menores.

Los estudios de densidad y fertilización de pino colombiano establecidos en El Tambo (Cauca),

permitieron concluir que bajo las condiciones de este estudio los tratamientos 277 árboles/ha y 833 árboles/ha, y la dosis de fertilizante $50 kg/ha$ de nitrógeno, $20 kg/ha$ de fósforo, $0 kg/ha$ de potasio, $2,5 kg/ha$ de boro y $5,5 kg/ha$ de elementos menores, favorecieron el crecimiento en diámetro y altura. En Fredonia (Antioquia), los mejores resultados se obtuvieron con una densidad de 1.111 árboles/ha y dos dosis de fertilización, que son: $50 kg/ha$ de nitrógeno, $20 kg/ha$ de fósforo, $40 kg/ha$ de potasio, $2,5 kg/ha$ de boro y $5,5 kg/ha$ de elementos menores, y $75 kg/ha$ de nitrógeno, $30 kg/ha$ de fósforo, $60 kg/ha$ de potasio, $2,5 kg/ha$ de boro y $5,5 kg/ha$ de elementos menores.

Para la especie aliso, estudiada en Gigante (Huila), el tratamiento con mayor rendimiento es el 12, el cual ha sido sometido a dos entresacas, una en el año 3 con una intensidad del 66% y otra en el año 6 con una intensidad del 16,7%, partiendo de una densidad inicial de 1.666 árboles/ha hasta la densidad actual de 277 árboles/ha, lo cual equivale a un volumen extraído de $70,3 m^3/ha$ (Figuras 23 y 24). Los mayores desarrollos se alcanzaron al aplicar $0 kg/ha$ de nitrógeno, $0 kg/ha$ de fósforo, $0 kg/ha$ de potasio, $0 kg/ha$ de boro y $5,5 kg/ha$ de elementos menores.

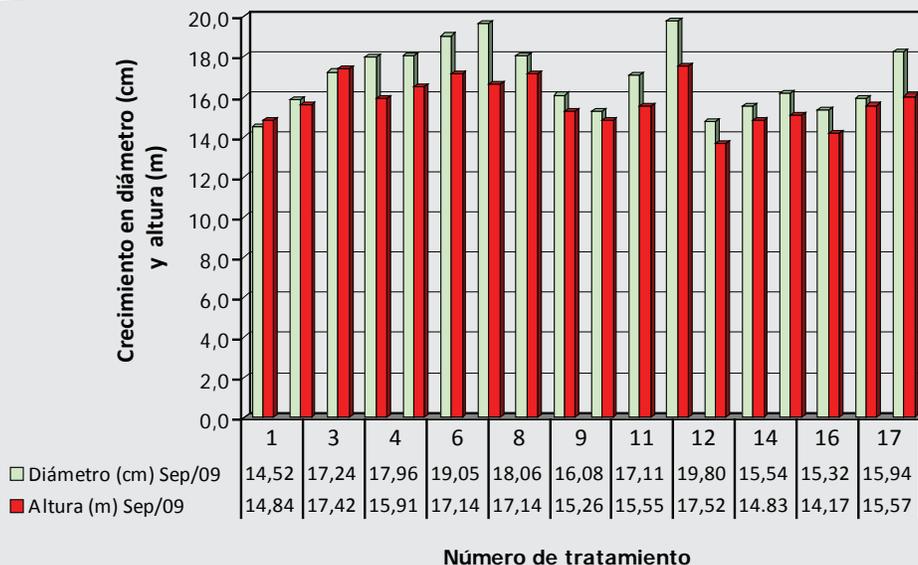


Figura 23. Crecimiento en diámetro y altura de la población de aliso (*A. acuminata* spp. *acuminata*) en Gigante (Huila).



Figura 24. Panorámica del ensayo de densidad de aliso en Gigante (Huila).

En los estudios de aliso, los principales daños fueron causados por el viento, con árboles quebrados con una incidencia promedio del 1%. Adicionalmente, se encontraron árboles afectados por coleópteros de la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae, que además del daño directo a la madera, causado por las galerías que elaboran estos insectos, favorecen la patogénesis de microorganismos fitopatógenos que causan la muerte del individuo afectado. Con una menor incidencia y severidad se encontraron comedores de follaje, principalmente del orden

Coleoptera familia Chrysomelidae, el minador de la hoja y lesiones foliares causadas por *Puccinia* sp. (Ure: Pucciniaceae). Se identificó el agente causante de la muerte descendente del chaquiro, en plantaciones de Fredonia (Antioquia), como *Anisodes urcearia* (Lep: Geometridae), y se implementó un manejo integrado de la plaga que permitió bajar la población por debajo del umbral de daño económico.

Selección de árboles plus y evaluación genética de las mejores 20 progenies de las especies *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken. ETI0125.

Selección de genotipos de nogal cafetero para el establecimiento del huerto semillero. Dentro del proyecto de investigación patrocinado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Cenicafé seleccionó en el año de 1997, árboles plus de *C. alliodora*, en ocho departamentos colombianos. Clones de las selecciones de esta especie y de selecciones centroamericanas, se establecieron como bancos de germoplasma en Buenavista (Quindío) y Restrepo (Valle del Cauca), y las progenies y orígenes (colombianas y centroamericanas), fueron establecidas en seis municipios (Pueblo Bello-Cesar, Floridablanca-Santander, Chinchiná-Caldas, Belén de Umbría-Risaralda, Fredonia-Antioquia y Líbano-

Tolima) y evaluadas anualmente durante diez años. Se hicieron análisis de varianza para cada localidad y combinado para seleccionar los genotipos que presentaban la progenie de mayor rendimiento, y se evaluó la incidencia y la severidad de los problemas fitosanitarios asociados a la especie. Sus resultados y la evaluación de la ausencia de síntomas de arrosamiento del nogal cafetero (principal problema de importancia económica) en un huerto con 5 y 15 rametos por genotipo, distribuidos en forma aleatoria, bajo una presión de inóculo natural de la enfermedad de cuatro años, permitieron seleccionar a los progenitores R-I-1-3, R-V-1-5, R-II-3-8, R-I-1-4, R-VI-1-2, A-IV-1-1, R-III-3-1, R-III-1-6 para establecer el huerto semillero de *C. alliodora* para la zona cafetera colombiana (Figura 25).

Como resultado de la recolección de semilla de *C. alliodora* de los árboles *plus* establecidos en los bancos de germoplasma, actualmente se cuenta con 1.350 g de semilla recolectados en febrero, 7.843 g recolectados en agosto y 7.318 g recolectados en septiembre, para un total de 16.511 kg de semilla de nogal cafetero.

Establecimiento de parcelas con caficultores. Para incentivar la reforestación con *C. alliodora* y *T. rosea*, tanto en plantaciones puras como en arreglos agroforestales en asocio con café, y validar la alta productividad de los materiales seleccionados, se están estableciendo 10 ha con la participación de agricultores, en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda (Figura 26).

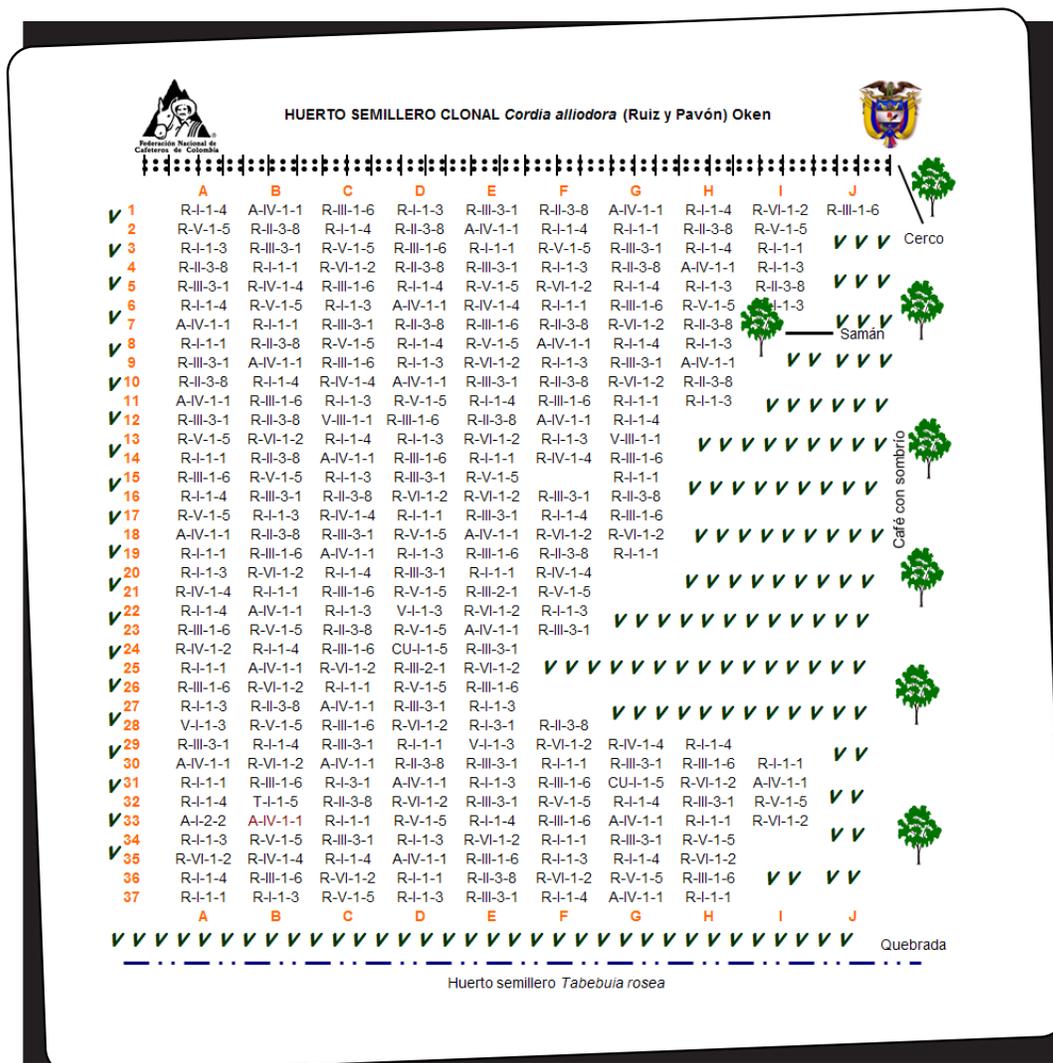


Figura 25. Mapa del huerto semillero clonal de *Cordia alliodora* en Chinchiná (Caldas).

Sistemas de Producción Complementarios



Figura 26. Establecimiento de parcelas demostrativas. a. b. y c. siembra con caficultores; d. capacitación sobre producción artesanal de hongos entomopatógenos y antagonistas; e. y f. capacitación sobre diagnóstico de problemas fitosanitarios, manejo silvicultural y aplicación de productos con equipo motorizado.

Identificación del agente causante del arrosetamiento del nogal cafetero.

Con el objetivo de identificar el agente causal del arrosetamiento del nogal cafetero, se recolectaron muestras de árboles enfermos de la Subestación Experimental Paraguaicito y se extrajeron los ácidos nucleicos, de acuerdo al protocolo de Prince *et al.* (1993). Bajo estas condiciones de recolección, en la PCR inicial (*primer* P1/P7) se detectó la banda de 1.800 pb en el control positivo (ADN de yuca parasitada con fitoplasmas) y en M5-H (ADN extraído de nogal con síntomas del arrosetamiento) (Figura 27). En el PCR anidado con los *primer* F1/B6 en las muestras MC-H2 (Hojas de café con crespada), MC-B2 (Brotos de café con crespada), nogal (nogal con síntomas del arrosetamiento), Control positivo Vinca, Control positivo yuca, M5-H (Hojas de nogal con síntomas del arrosetamiento), M4-H (Hojas de nogal con síntomas del arrosetamiento) y M3-T (Tallo de nogal con síntomas del arrosetamiento); con los *primer* R16F2N/R2 en las muestras Control positivo yuca, Control positivo Vinca, M5-H (Hojas de nogal con síntomas del arrosetamiento), M4-H (Hojas de nogal con síntomas del arrosetamiento) y M3-T (Tallo de nogal con síntomas del arrosetamiento). Para corroborar estos resultados, los fragmentos de ADN obtenidos se clonaron y enviaron a secuenciar a MacroGen Korea. Los resultados de la secuenciación

confirmaron la asociación de fitoplasmas a las muestras enfermas. En las muestras de nogal con arrosetamiento se detectaron fitoplasmas de cuatro especies, incluyendo el de *Delphinium*, encontrado inicialmente en la M8 (nogal asintomático de vivero).

Identificación de problemas fitosanitarios asociados a nogal cafetero y guayacán rosado.

Los resultados de la evaluación de la incidencia y la severidad de los problemas fitosanitarios asociados a las plantaciones, permitieron identificar como los problemas de mayor importancia económica en las plantaciones de nogal cafetero al arrosetamiento del nogal, causado por un candidato fitoplasma, el succionador de savia *Dyctyla monotropidia* (Hem: Tingidae), la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hym: Formicidae) y el anillador del tallo *Tachysomus surdus* (Col: Cerambycidae) (Figura 28). En las plantaciones de guayacán rosado los problemas de mayor importancia económica fueron causados por *Atta cephalotes* (Hym: Formicidae), el esqueletizador de la hoja *Acrospyla gastralis* (Lep: Pyralidae) y la mancha de la hoja *Mycosphaerella* sp. (Asc: Mycosphaerellaceae).

Establecimiento y evaluación inicial de un huerto semillero clonal de guayacán rosado *Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC, en la Subestación Experimental

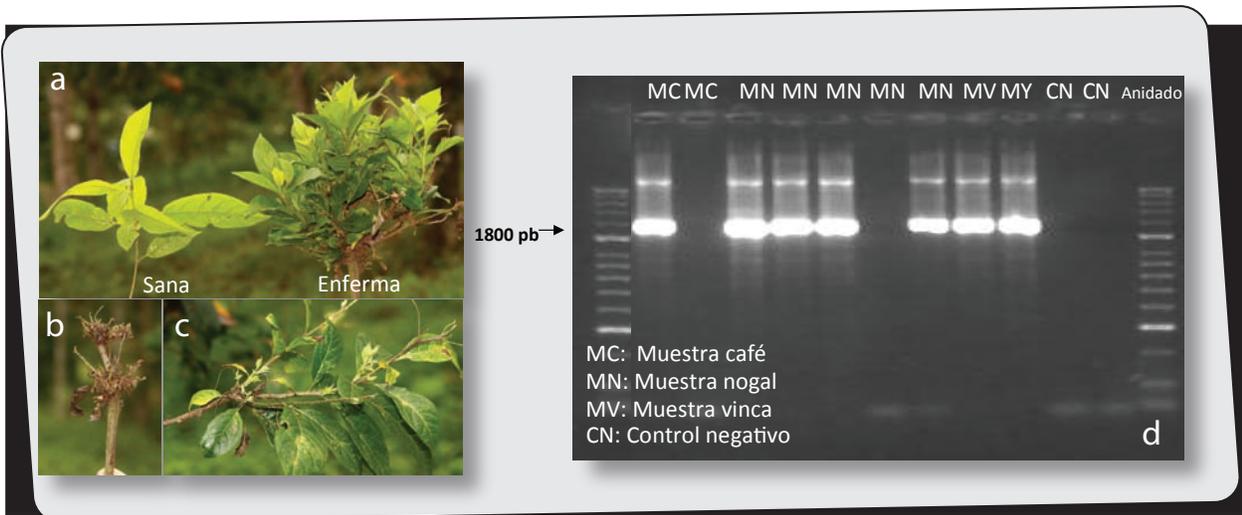


Figura 27. Arroyamiento del nogal cafetero; a, b, y c. ramas con síntomas de la enfermedad; d. perfil de amplificación con la banda característica de fitoplasmas. Marcador Hyper ladder.

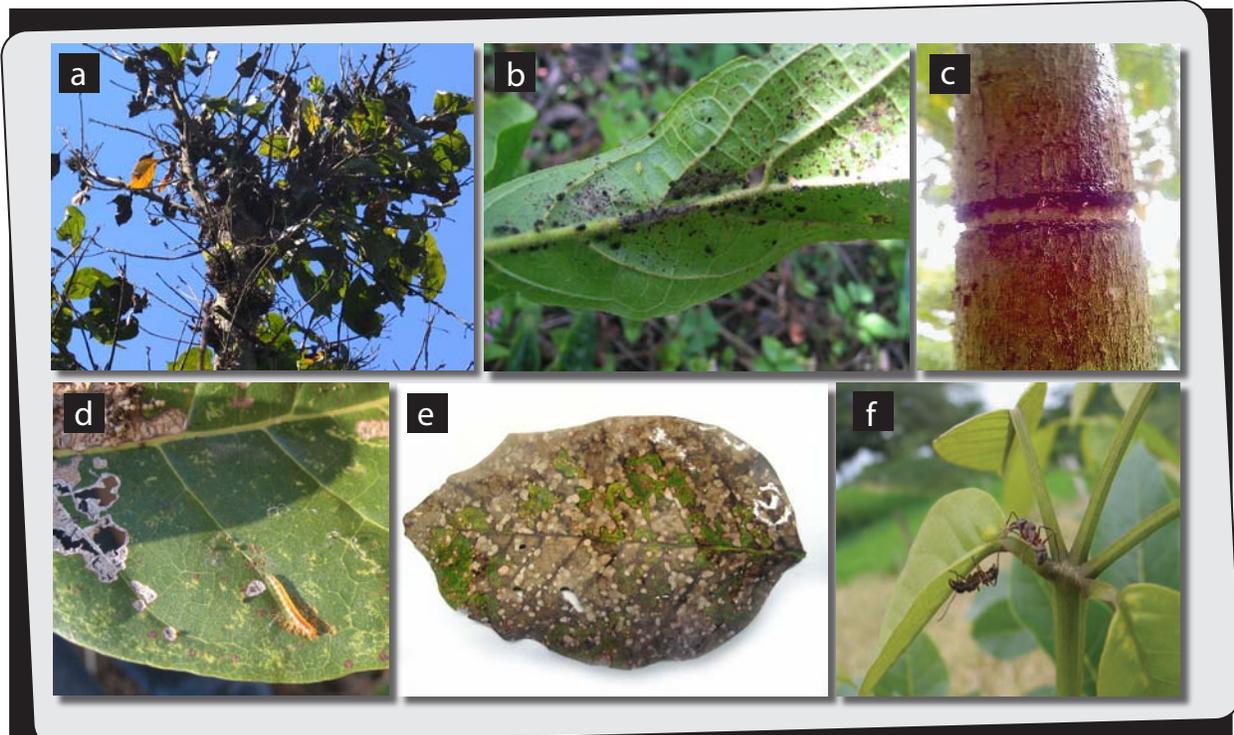


Figura 28. Problemas fitosanitarios de mayor importancia económica en nogal cafetero y guayacán rosado; a. arroyamiento del nogal cafetero; b. *Dactyla monotropidia*; c. daño causado por *Tachysomus surdus*; d. larva de *Acrospyla gastralis*; e. lesiones causadas por *Mycosphaerella* sp.; f. adultos de *Atta cephalotes*.

La Catalina de Cenicafé, en Risaralda. ETI0129. El guayacán rosado es un árbol que se distribuye ampliamente en Colombia, es una especie que se encuentra desde los 0 hasta los 1.700 m.s.n.m. En la zona cafetera se encuentra establecido como cercos vivos, barreras rompevientos, sistemas agroforestales y ornamental. Esta especie se encuentra entre

las cuatro más demandadas para la explotación maderera, debido a la calidad de su madera y al alto valor que tiene en el mercado.

En el mes de noviembre del 2008, el programa forestal de Cenicafé realizó la décima evaluación de los ensayos de progenies y procedencias establecidos

en Antioquia, Santander, Tolima, Cesar y Caldas, en los cuales se evaluaron las siguientes características altura total, altura de bifurcación y DAP (diámetro a la altura de pecho).

Posterior a esta evaluación, con la colaboración de la Disciplina de Biometría, se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos en los años 9 y 10, mediante el análisis de varianza combinado, con probabilidad de confianza del 95%.

En este análisis no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes genotipos evaluados ni entre los sitios en los que se encuentran los ensayos, por lo cual no se pudo realizar una selección basada en los resultados estadísticos. Por lo tanto, se optó por seleccionar los materiales tomando como referente los datos de las evaluaciones, en las cuales se identificó el mejor hijo de cada código evaluado en los ensayos de progenie. Para esto se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: diámetro mayor a 15 cm, altura mayor a 10 m y altura de bifurcación mayor a 2 m, con buen estado fitosanitario, copa pequeña y balanceada.

Con estos criterios de selección, se clonaron 11 árboles identificados con los códigos (Abr-95-24, SO-2386, 506/92, Abr-95-30, Mar-96-09, 061/96A, 061/96, 06196bl/, Ago-95-30, Cu-II-1-*, M-I-1-*), uno proveniente de un banco de germoplasma (V-III-2-1) y diez provenientes de la Costa Atlántica (SA-2, SA-3, SA-6, SA-10, SA-13, SA-20, SA-24, SA-31, SA-35 y SA-36) (Tabla 47).

Se evaluó durante dos meses el desarrollo de los injertos en vivero (Figura 29). Se observó que la mayoría de los injertos tuvieron buen prendimiento y un porcentaje de supervivencia mayor al 80%, con excepción del código SA-33, que presentó un porcentaje de supervivencia del 20%, por lo que no se incluyó dentro del huerto semillero. Además, no se observó ataque significativo de plagas o enfermedades en alguno de los códigos injertados.

Se seleccionaron los diez mejores injertos de cada código para sembrarlos dentro del huerto semillero, el cual se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, con 30 tratamientos (códigos) y diez repeticiones (bloques), con una distancia de

Tabla 47. Árboles clonados para establecimiento del huerto semillero en la Subestación Experimental La Catalina.

Código	Origen	Ubicación
Abr-95-24	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 2 - parcela 14 - árboles 3
So-2386	Ensayo prog. La Tribuna - Antioquia	Bloque 2 - parcela 23 - árboles 4
506/92	Ensayo prog. La Tribuna - Antioquia	Bloque 2 - parcela 10 - árboles 9
Abr-95-30	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 3 - parcela 27 - árboles 1
Mar-96-09	Ensayo prog. La Tribuna - Antioquia	Bloque 3 - parcela 22 - árboles 7
061/96A	Ensayo prog. La Tribuna - Antioquia	Bloque 3 - parcela 18 - árboles 8
061/96	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 3 - parcela 26 - árboles 7
061/96bl	Ensayo prog. La Tribuna - Antioquia	Bloque 3 - parcela 20 - árboles 7
M-I-1-*	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 3 - parcela 36 - árboles 6
Cu-II-1-*	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 2 - parcela 13 - árboles 5
Agos-95-30	Ensayo prog. La Romelia - Caldas	Bloque 1 - parcela 2 - árboles 3
V-III-2-1	Bo de germoplasma - Naranjal - Caldas	Parcela 62 - árboles 9
SA-13	H.Semillero San Antero-Córdoba	
SA-24	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-6	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-3	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-10	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-20	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-44	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-36	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-35	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-31	H.Semillero San Antero - Córdoba	
SA-33	H.Semillero San Antero - Córdoba	



Figura 29. Injertos de *T. rosea* seleccionados para llevar al campo.

siembra de 7 x 7 m y una restricción de 30 m de distancia entre injertos del mismo código (Figura 30). Hasta el momento se han realizado dos evaluaciones de los injertos en el campo y se ha observado que el crecimiento (altura) no presenta diferencias entre códigos. Además, se evaluó la presencia de plagas o enfermedades y se han observado ataques aislados en algunos rametos por parte de hormiga arriera y la presencia de daño causado por un Coleóptero: Chrysomelidae del género *Omophoita* sp., pero hasta el momento no sobrepasan el umbral de daño económico.

Conservación *ex-situ* de recursos genéticos forestales de la región andina colombiana. ETI0112.

Con el objetivo de evaluar el crecimiento, desarrollo y adaptabilidad a varios ambientes de especies nativas importantes para la reforestación en el país y sobre todo, para los programas de certificación del café, se evaluaron la rectitud del fuste y la ganancia en diámetro y altura de las especies establecidas en los bancos de germoplasma en los municipios de Chinchiná (Caldas), Herveo (Tolima), Dosquebradas (Risaralda) y Belén de Umbría (Risaralda). De acuerdo con los resultados, en Chinchiná (Caldas), las especies de mayor crecimiento anual en altura fueron el tambor (*Schizolobium parahyba*) y mondey (*Gordonia humboldtii*), y las de mayor crecimiento anual en diámetro fueron el mondey y guayacán amarillo (*Tabebuia donell-smithii*). En el lote de Herveo, los mayores incrementos anuales en altura y diámetro los presentaron el aliso (*Alnus acuminata*), el roble (*Quercus humboldtii*) y el aliso y chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*), respectivamente. En Dosquebradas, el aliso, el mondey y el roble, fueron las que presentaron los mayores crecimientos anuales en altura y diámetro. En Belén de Umbría, las especies de mayor crecimiento anual en altura fueron el tambor y el trapiche (*Prunus integrifolia*) y en diámetro chaquiro y trapiche (Figura 31).

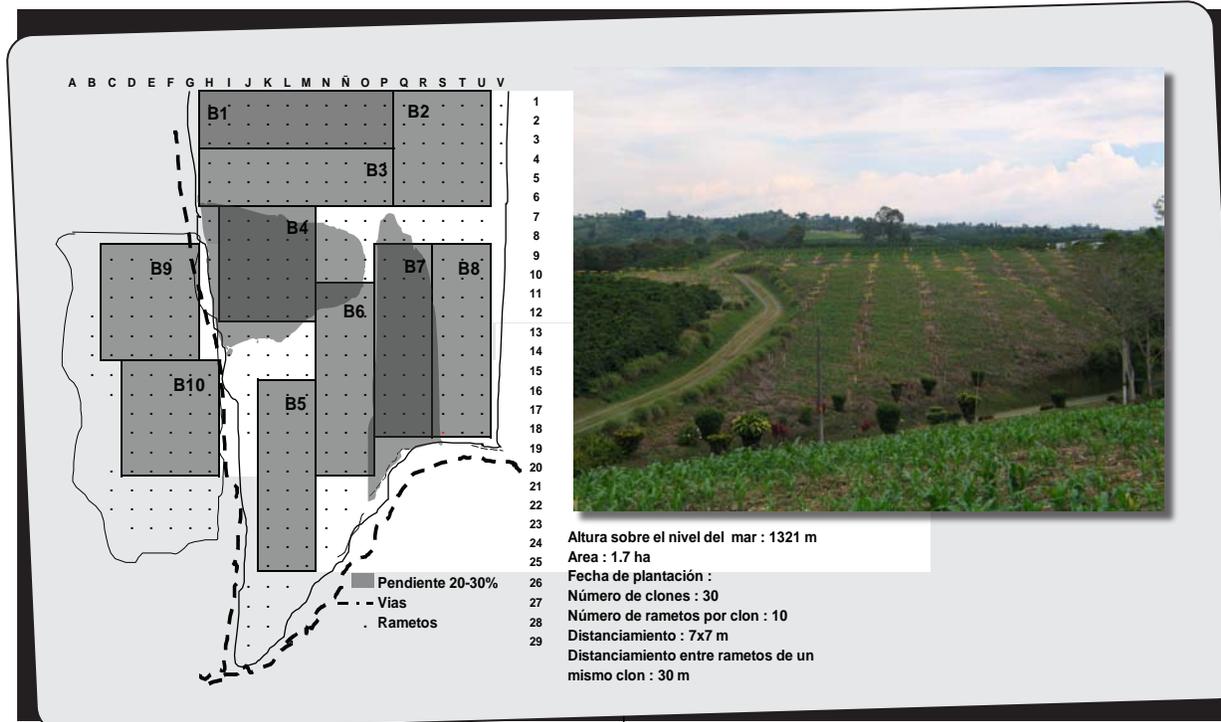


Figura 30. Diseño huerto semillero clonal de *T. rosea* en la Subestación Experimental La Catalina.

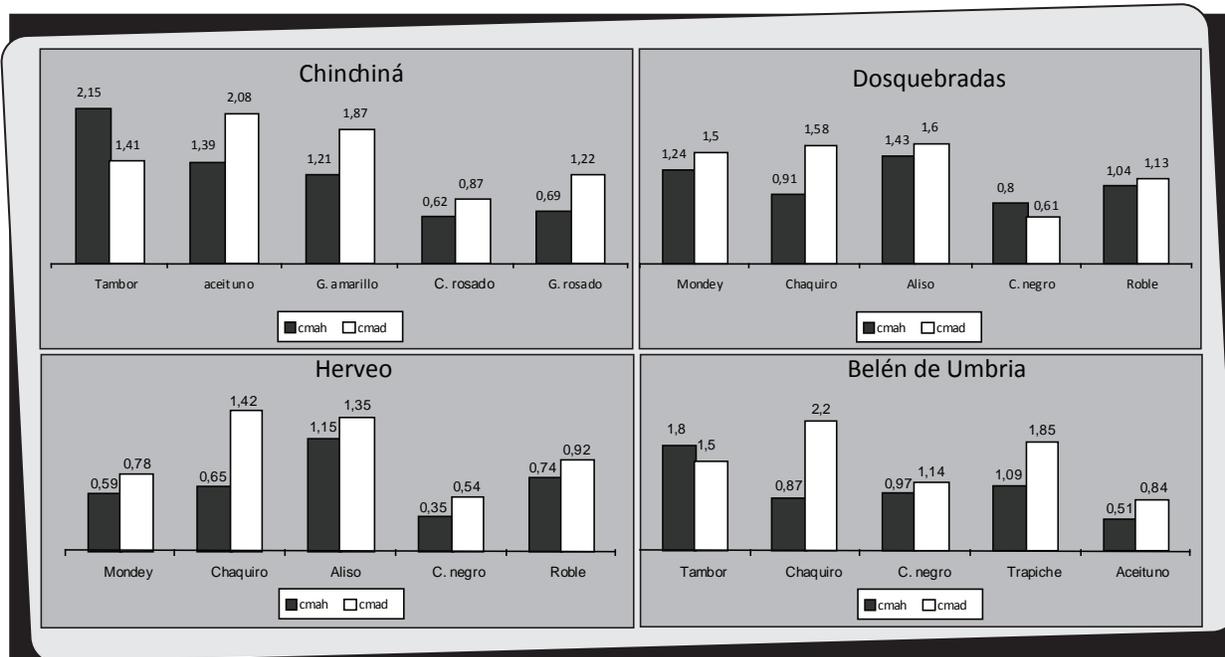


Figura 31. Crecimiento medio anual en altura (cmah) y diámetro (cmad) de las especies forestales promisorias en cada uno de los sitios evaluados.

Los problemas fitosanitarios de mayor importancia económica se presentaron en cedro, en los bancos de germoplasma de Chinchiná (Caldas), Herveo (Tolima) y El Tambo (Cauca); en nogal cafetero en Chinchiná (Caldas) y El Tambo (Cauca); en guayacán rosado en Chinchiná (Caldas) y en aliso en Dosquebradas (Risaralda). Los problemas en robles correspondieron al barrenador de las Meliaceas *Hypsiphyla grandella* (Lep: Pyralidae), el arrosamiento del nogal cafetero, el chinche de encaje del nogal cafetero *Dyctila monotropidia* (Hem: Tingidae), el esqueletizador de

la hoja del guayacán rosado *Acrospyla gastralis* (Lep: Pyralidae) y el barrenador del fuste del aliso *Corthylus* spp. (Col: Scolytinae). Adicionalmente, se encontró en forma generalizada y en poblaciones por debajo del umbral de daño económico, lesiones causadas por insectos del Orden Coleoptera, familias Chrysomelidae y Curculionidae; Hymenóptera familia Formicidae; Lepidoptera familias Megalopygidae y Psychidae; y lesiones causadas por los microorganismos *Puccinia* sp. (Uredinal: Pucciniaceae) y *Mycosphaerella* sp. (Asc: Mycosphaerellaceae) (Figura 32).

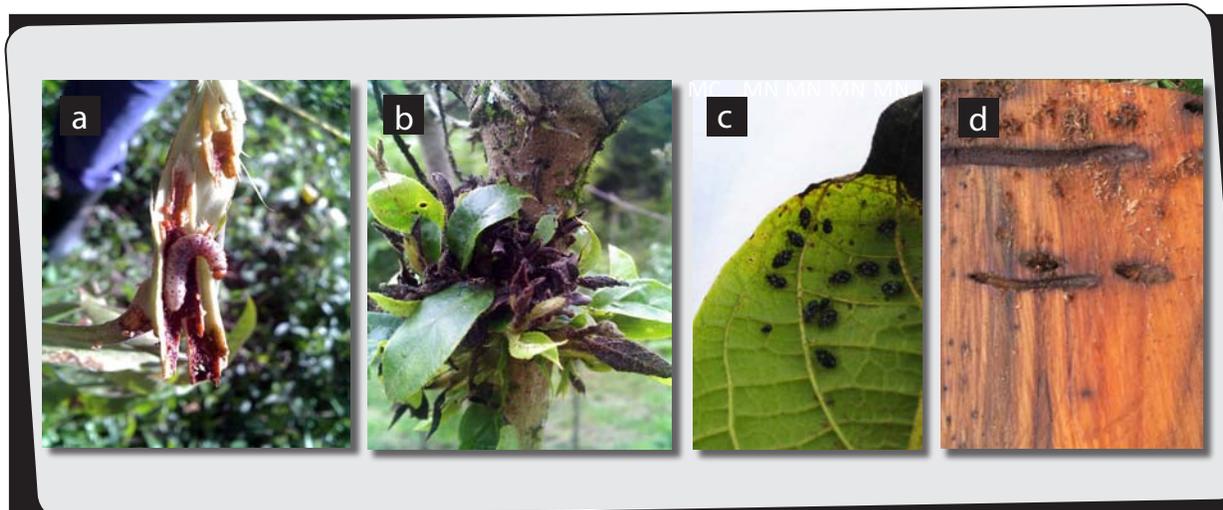


Figura 32. Principales problemas fitosanitarios de los bancos de germoplasma a. daño causado por *Hypsiphyla grandella*; b. arrosamiento del nogal; c. ninfas de *Dyctila monotropidia*; d. daño causado por *Corthylus* spp.

Sostenibilidad Ambiental



I. CAPTURA DE CARBONO

Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies en el trópico – CREFT. Se determinaron las temperaturas cardinales utilizadas como parámetros para los procesos calculados en el modelo CREFT. Se realizó un experimento a diferentes alturas sobre el nivel del mar, midiendo el intercambio gaseoso en todas las especies forestales y obteniendo las curvas de asimilación respecto la radiación. Finalmente, se determinaron los valores de temperaturas umbral mínima óptima y superior necesarias para el cálculo del tiempo térmico por especie.

Con los valores de intercambio gaseoso, medido con los equipos portables de análisis de gases infrarrojo, en las diferentes alturas (Tabla 48) se midieron la fotosíntesis y transpiración durante al menos dos días, en todas las especies representadas por plantas de aproximadamente tres meses, dispuestas en bolsas de 5 kg con el sustrato adecuado, y la fertilización y riego necesarias para su normal desarrollo.

En la Figura 33 se presenta la distribución de la tasa de asimilación para las nuevas especies incorporadas en el modelo CREFT; se observa la tendencia de comportamiento monomolecular, en la relación fotosíntesis vs. radiación fotosintéticamente activa, la variabilidad en la distribución de los puntos se explica por la influencia de los otros factores que afectan la fotosíntesis como temperatura y balance hídrico; igualmente, se observa la tendencia en la distribución de la relación asimilación vs. temperatura foliar dentro de la cámara de intercambio gaseoso foliar.

Al igual que las nuevas especies incorporadas en el modelo CREFT, las especies a validar: *Alnus acuminata*, *Eucaliptus grandis*, *Cordia alliodora*, *Pinus patula*, *Pinus caribea*, *Gmelina arbórea*, *Pachira quinata* y *Tabebuia rosea*, presentan una distribución con tendencia monomolecular de los puntos, que relacionan la tasa de fotosíntesis con la cantidad de radiación fotosintéticamente activa. Se percibe una tendencia de mayor asimilación para las especies introducidas como *Eucaliptus grandis* y *Gmelina arbórea*, con referencia a especies nativas como *Tabebuia rosea*. La dispersión de los puntos corresponde a la variabilidad influenciada por otros factores que afectan el proceso fotosintético como la temperatura y estado hídrico de la planta (Figura 34).

Tabla 48. Tratamiento a diferentes altitudes, temperatura media del lugar para experimento de temperaturas cardinales.

Localidad	m.s.n.m	Temperatura media
Letras	3.708	6,80
La Libia	3012	11,04
Mesones	2.416	14,68
Fresno	1.302	21,47
Mariquita	474	26,52

II. CLIMA

Estudios micrometeorológicos en sistemas de producción. Se estudió la relación entre las temperaturas superficiales del océano Pacífico en la región conocida como El Niño 3.4 medida con el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia mensual de la zona cafetera de Colombia. Se emplearon series de lluvia histórica mensual de 41 años, para diez estaciones meteorológicas localizadas entre las latitudes 03° 49' N a 05° 58' N, ubicadas a lo largo de las tres cordilleras. Se encontraron relaciones lineales estadísticamente significativas entre las cantidades de lluvia mensual y el Índice Oceánico para los meses de diciembre a febrero y de julio a septiembre, períodos considerados históricamente como meses de baja precipitación.

En la zona de El Jazmín (Santa Rosa de Cabal, Risaralda), ubicada a 1.600 m.s.n.m., se estudiaron los cambios en los componentes del balance de energía en tres coberturas tipo de la zona andina de Colombia (bosque, cafetal y pastizal), para cuantificar los aumentos potenciales de la cantidad de energía empleada para calentar el aire como flujos de calor sensible y disminuciones en la energía empleada en la evapotranspiración e intercambio de vapor de agua como flujo de calor latente. Se observó que hay modificaciones en la cantidad de radiación neta en cada una de las tres coberturas debido al cambio en el albedo superficial, al aumento del flujo de calor sensible y a la disminución en el flujo de calor latente en la cobertura de pasto. Igualmente se presentan cambios en la relación de *Bowen*, lo que indica mayor cantidad de energía disponible para calentar el aire y menor cantidad de energía disponible para el intercambio gaseoso.

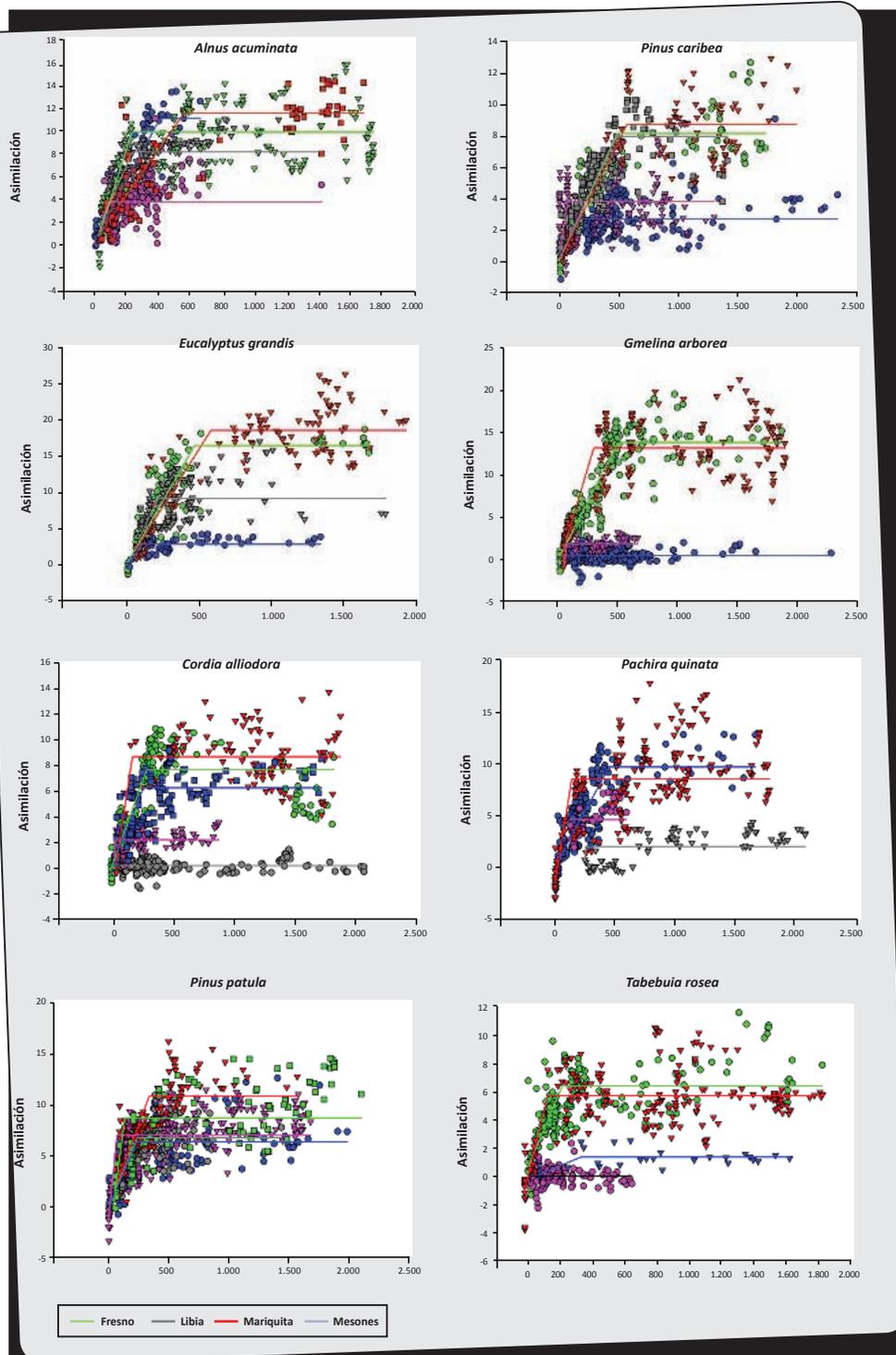


Figura 33. Valores de tasa de asimilación según la radiación fotosintéticamente activa de las especies Acacia, Teca y Pino tecunumani.

III. CONSERVACIÓN DE SUELOS

Prevención y control de erosión al nivel de finca cafetera. SUE 0906. Se continuó con el plan de manejo y mitigación de movimientos en masa en Cenicafé

y la asesoría a los caficultores sobre el control de erosión mediante prácticas de conservación de suelos y bioingeniería del suelo. Se realizó la descripción y registro fotográfico de aproximadamente 150 arvenses de la zona cafetera.

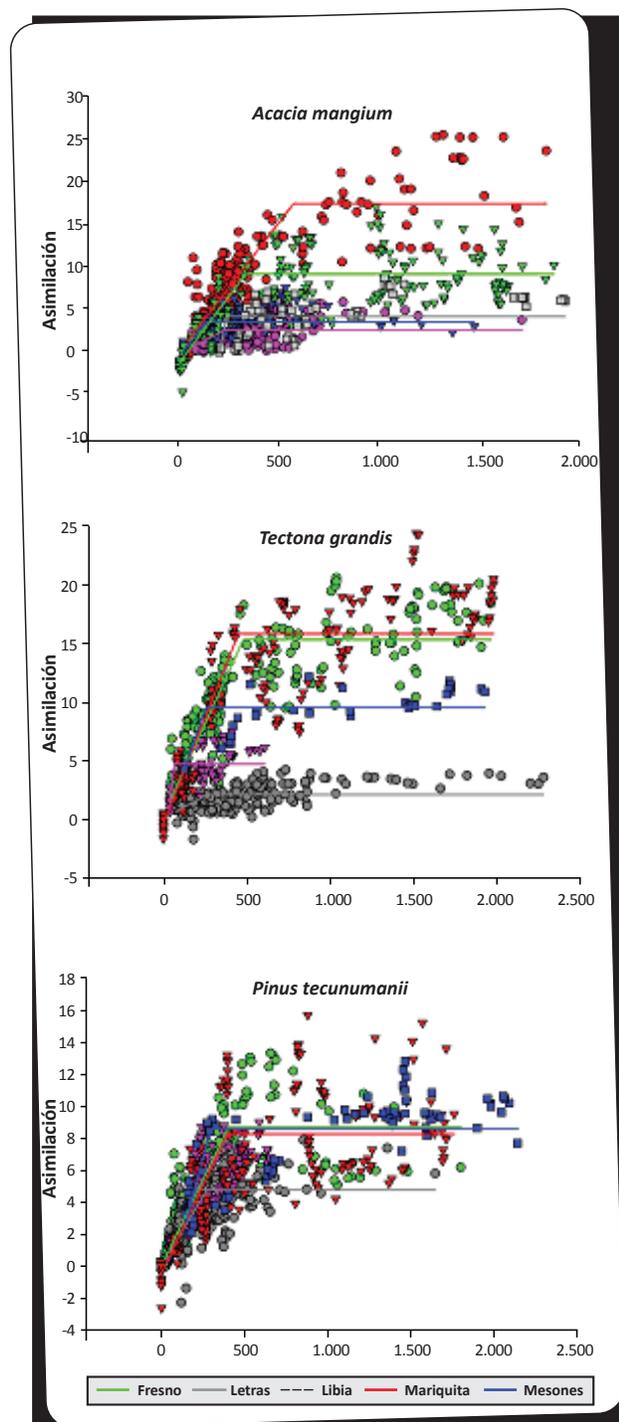


Figura 34. Valores de tasa de asimilación según la radiación fotosintéticamente activa para las especies CREFT v1.0, a diferentes temperaturas.

Se estudió la estabilización biotécnica para el tratamiento de taludes rocosos. Ésta consiste en la utilización de elementos o estructuras mecánicas en combinación con elementos biológicos (o plantas) para controlar y prevenir las fallas de las laderas y la erosión. Ambos elementos deben funcionar juntos, de manera integrada y complementaria. En Cenicafé

se utilizó este tipo de obra para el tratamiento de un talud con roca anfibolita expuesta, fallado en diciembre de 2006.

Durante este período se realizó el análisis geotécnico de la roca anfibolita de los taludes de la vía de Cenicafé. Se encontró similitud entre los datos estructurales de los diferentes afloramientos expuestos en la vía interna de Cenicafé, y los datos estructurales en la cantera los Cuervos, ubicada en dirección Sur Este de Cenicafé. Se halló correlación entre las diferentes estructuras (familia de diaclasas) en ambos sitios.

El macizo rocoso en el sector de Cenicafé, el cual está muy bloqueado y muestra filtraciones aleatorias de agua, presenta cuñas inestables para las familias de diaclasas, con direcciones S70W/38NW-N15E/60SE, que se conjugan con el talud afectado en diciembre de 2006. Para este talud se diseñó y ejecutó un tratamiento biotécnico en el 2007, el cual a septiembre de 2009 está recuperado, lo cual evidencia la viabilidad de las obras biotécnicas en macizos rocosos inestables como los de Cenicafé. En este período se plasmó el diseño definitivo de dicho tratamiento, que contribuye a la divulgación de este tipo de obras, que pueden ser utilizadas en la zona cafetera colombiana (Figuras 35 y 36).

Estudio del movimiento del agua en suelos de ladera derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana. SUE0334. Esta investigación se planteó con el objetivo de construir un modelo para entender el movimiento del agua a través del perfil, en suelos de ladera derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana.

La fase de campo se inició en la Estación Central Naranjal. Durante un período de 70 días se midió la dinámica del agua en tres monolitos de suelo con pendiente del 25%, 45% y 70%, respectivamente, mediante el método del perfil instantáneo. Se realizaron mediciones simultáneas de humedad volumétrica (θ) y potencial matricial del suelo (h); en todos los casos se partió de una condición inicial con humedad cerca a saturación (θ a $t_0 \approx 0,6$, $h = 0$) en todo el perfil del suelo. Inmediatamente finalizó el período de saturación y durante las siguientes 24 horas, se presentó reducción drástica de la humedad volumétrica. Generalmente, en este período los cambios en el contenido de humedad en el perfil del suelo son muy rápidos, con tendencia

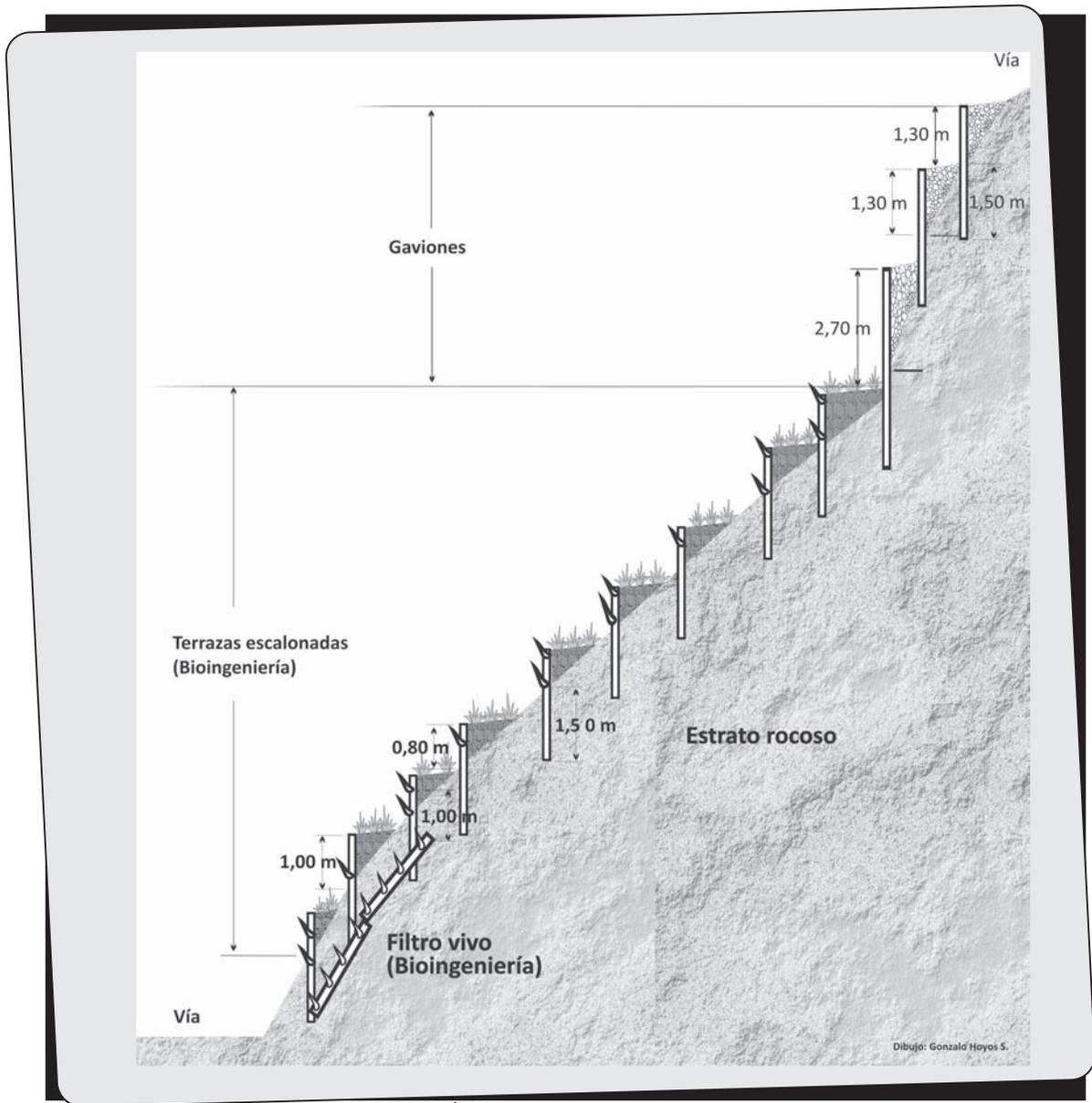


Figura 35. Diseño de una obra de biotécnica ejecutada por Cenicafé con material vegetal y gaviones (paddies) en piedra, para el tratamiento de un talud rocoso.



Figura 36. Secuencia de la recuperación de un talud rocoso en Cenicafé con obras biotécnicas (Desde enero 2007 a enero 2009).

lineal, posteriormente la humedad presentó un comportamiento potencial a través del tiempo en todas las profundidades y en las tres pendientes.

Durante el tiempo de evaluación, el contenido de humedad del suelo no se redujo por debajo del 34%, que bajo las condiciones de la medición corresponde a un potencial matricial no mayor a 22 kPa, lo cual se convierte en una limitación del método del perfil instantáneo, para el modelamiento del flujo del agua en el suelo, dado que los valores de conductividad hidráulica no saturada, sólo son válidos para un rango estrecho de potenciales, pero a su vez expresa las condiciones reales de estos suelos.

Al representar gráficamente la relación entre el potencial matricial (h) y la humedad volumétrica (θ) medidos en el campo, se encontró que la función $h(\theta) = a\theta^{-b}$, explica el comportamiento de $h-\theta$ con $R^2 > 0,9$, para el rango de $0 > h < 25$ kPa. Los valores de a y b variaron de acuerdo con la profundidad en el perfil del suelo y con la pendiente del terreno.

En el laboratorio se determinaron la curva de retención de humedad (CRH) y algunas propiedades físicas de cada sitio (monolito). Se observó que la humedad volumétrica a potenciales de succión entre 0 y 100 kPa decrece gradualmente a medida que el potencial matricial se hace más negativo, la CRH presentó una meseta muy corta sin formar la curva típica de "S" invertida; al igual que en condiciones de campo, la función $h(\theta) = a\theta^{-b}$, fue la que mejor explicó la relación entre $h-\theta$.

En la Tabla 49 se presentan los valores de algunas propiedades físicas evaluadas; los altos valores de humedad a saturación y a 100kPa, indican la alta capacidad de almacenamiento de agua disponible de estos suelos. La densidad real presenta valores dentro de los rangos establecidos para Andisoles, mientras que la densidad aparente es ligeramente mayor en el monolito de menor pendiente. La conductividad hidráulica saturada fluctuó desde moderadamente lenta (1,83 cm/h) hasta muy rápida (>25 cm/h) asociada con la alta porosidad y alta estabilidad estructural típica de estos suelos; los coeficientes de variación altos de K_s , principalmente en el primer horizonte, son normales, pues la presencia de raíces, fisuras y macroorganismos, pueden generar canales de flujo preferencial con gran variación en el flujo de agua.

IV. MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

Interferencia de coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café.

SUE1016. Su objetivo es determinar la interferencia de algunas coberturas vegetales como el maní forrajero (*Arachis pintoi* c.v. CIAT 17434), desmodium (*Desmodium ovalifolium* c.v. CIAT 350, *D. ovalifolium* c.v. Maquenque, *D. ascendens*) y coberturas nobles propias de la zona, sobre el cultivo del café. Durante este período se presenta el análisis de la cosecha de café cereza acumula desde noviembre de 2007 hasta septiembre de 2009. El análisis de varianza al 5% mostró efecto de los tratamientos sobre la producción de café cereza acumulada. Según la prueba Dunnett al 5%, se presentaron diferencias entre el testigo y desmodium, en calles y platos (T4), a favor del primero. Desmodium en calles y platos (T4) fue también menor y diferente a todos los tratamientos, con excepción de desmodium en calles (T5) (Tabla 50).

De lo anterior se puede considerar que desmodium causó mayor interferencia, especialmente cuando estuvo presente en el plato del cultivo. Igualmente, esta cobertura fue la que presentó mayores problemas de adaptación a las condiciones del estudio, y después de su corte se dificultaba su establecimiento debido a la presión de otras arvenses propias de la zona.

El maní forrajero y el manejo integrado de arvenses en todas las combinaciones de tratamientos evaluadas no presentó diferencias en producción con relación al testigo. Bajo las condiciones del experimento se evidencia que es posible el establecimiento de maní forrajero tanto en calles como en platos, bajo la condición de hacer cortes periódicos, cada 90 a 120 días, al igual que se favorece el crecimiento de coberturas nobles en los platos, lo cual permite disminuir la frecuencia de desyerbas y la presión de arvenses de alta interferencia.

V. ENTOMOFAUNA DE LA ZONA CAFETERA

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y artropofauna del suelo en sistemas de café en el departamento de Cundinamarca. Con el objetivo de generar información experimental que permita

Tabla 49. Propiedades físicas evaluadas en el experimento SUE0334.

Monolito No.	Profundidad (cm)	θ_s (cm ³ /cm ³)	θ 100 kPa (cm ³ /cm ³)	D.A (g/cm ³)	D.R (g/cm ³)	n (%)	Ks cm/h ¹
1 Pendiente 25%	10	0,631	0,50	0,68	2,27	0,70	11,53 (76,7)
	20	0,646	0,47	0,67	2,39	0,72	10,80 (84,9)
	30	0,627	0,49	0,73	2,47	0,70	3,13 (49,0)
	45	0,601	0,42	0,83	2,51	0,67	2,84 (63,4)
	60	0,629	0,48	0,88	2,58	0,66	4,48 (118,1)
	80	0,627	0,50	0,85	2,63	0,68	4,89 (64,4)
	120	0,609	0,51	0,86	2,66	0,68	3,54 (35,7)
2 Pendiente 45%	10	0,638	0,50	0,69	2,22	0,69	19,94 (111,9)
	20	0,637	0,48	0,66	2,35	0,72	6,91 (132,7)
	30	0,604	0,48	0,81	2,46	0,67	5,43 (117,6)
	45	0,624	0,47	0,73	2,48	0,71	3,28 (65,8)
	60	0,638	0,42	0,86	2,44	0,65	1,83 (37,3)
	80	0,633	0,46	0,69	2,57	0,73	6,57 (68,3)
	120	0,621	0,53	0,79	2,47	0,68	4,99 (72,7)
3 Pendiente 70%	10	0,631	0,42	0,69	2,26	0,70	20,50 (73,7)
	20	0,621	0,38	0,70	2,41	0,71	34,38 (88,8)
	30	0,603	0,41	0,70	2,49	0,72	21,54 (40,0)
	45	0,610	0,42	0,64	2,54	0,75	39,72 (56,1)
	60	0,587	0,46	0,55	2,64	0,79	41,94 (38,7)
	80	0,603	0,45	0,58	2,63	0,78	40,80 (77,4)
	120	0,664	0,47	0,62	2,62	0,76	21,70 (81,8)

θ_s = Humedad volumétrica a saturación, θ 100 = Humedad volumétrica a 100 kPa, D.A. Densidad aparente D.R. = Densidad real, n = Porosidad total, Ks = Conductividad hidráulica saturada, los valores entre paréntesis corresponden al coeficiente de variación de Ks en porcentaje (%).

Tabla 50. Promedios y variación de la producción de café cereza acumulada durante los años 2007 a 2009.

	Tratamiento	kg/parcela*		C.V. (%)	@/ha de c.p.s. **		C.V. (%)
1	Maní en platos y calles	91,5	a ¹	24,1	476,0	a ¹	25,5
2	Maní en calles	87,3	a	26,5	436,4	ab	24,5
3	Maní como mulch en platos	87,8	a	23,5	459,0	a	22,3
4	Desmodium en platos y calles	55,6	b	***	286,3	b	***
5	Desmodium en calles	83,8	ab	27,7	427,5	ab	***
6	Desmodium como mulch en platos	86,6	a	31,6	434,7	ab	25,9
7	MIA en platos y calles	92,7	a	30,3	459,6	a	27,4
8	MIA en calles	95,8	a	34,5	485,7	a	31,1
9	MIA como mulch en platos	89,9	a	29,5	472,5	a	33,3
10	Testigo libre de coberturas	105,7		26,7	568,7		31,1

* Parcela efectiva de 27 m²

**Valor estimado afectado por el factor de conversión cereza:pergamino, en cada parcela

*** Promedios diferentes estadísticamente con el tratamiento testigo según prueba Dunnett al 5%

¹Tratamientos con letras distintas presentan diferencia estadística según prueba de Tukey al 5%

valorar los aportes de diferentes sistemas de producción de café, se ha venido evaluando la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y artropofauna del suelo, así como la calidad del agua y características físico químicas en los municipios de San Francisco, Supatá, Vergara, La Palma y Guaduas, en Cundinamarca. Se encontraron 5.859 ejemplares, distribuidos en 22 órdenes, 108 familias y 322 morfoespecies o posibles especies. En los análisis con BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) se determinó que menos del 35% de los cuerpos de agua en fincas sin certificaciones ambientales tenían un valor superior a 100 y la mayor proporción revelaron evidencias de contaminación leve a fuerte. Por el contrario, más del 70% de las fincas con certificaciones presentaron buena calidad de agua, recolectando principalmente macroinvertebrados poco tolerantes. Estas últimas presentaron también las calificaciones más altas con SVAP (*Stream Visual Assessment Protocol*) y CIPAV, notando que más del 50% de las fincas certificadas tienen cuerpos de agua en buenas condiciones en rango óptimo y subóptimo como hábitat para macroinvertebrados, en contraste con las fincas no certificadas con una proporción similar (50%) en condiciones pobres o aceptables. Se recolectaron 14.047 individuos de artropofauna del suelo, correspondientes a 964 morfoespecies y 28 órdenes que representaron entre el 76 al 90% de las especies estimadas. Igualmente, se recolectaron géneros de hormigas como *Simopelta*, *Tatuidris*, *Leptanilloides* y *Discothyrea*.

VI. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Aspectos de la biología de la chinche de encaje *Dictyla monotropidia* stal (Hemiptera: Tingidae) y evaluación de la eficacia de entomopatógenos.

Dictyla monotropidia es el insecto de mayor importancia económica del cultivo del nogal cafetero en Colombia. Este insecto succiona savia y necrosa las hojas, induciendo su caída y provocando la disminución en el volumen de madera. Con el objetivo de avanzar en el conocimiento del insecto y proponer estrategias de control, se realizó un censo poblacional al nivel de árbol y suelo, en 30 árboles en una plantación de 0,8 ha. Con esta información

se propuso un muestreo para calcular el número de estados biológicos del insecto por árbol, con un error de estimación del 5%. Las evaluaciones posteriores demostraron la precisión del muestreo propuesto. Los resultados de las evaluaciones iniciales mostraron diferencias estadísticas en la variable proporción de hojas afectadas en el árbol, siendo mayor en la segunda evaluación, con un promedio de 57,4%, y menor en la tercera con 11,3%. Se encontraron diferencias estadísticas en esta proporción en las hojas del plato de los árboles, el cual osciló entre 51 y 100%. El número total de individuos del insecto en las hojas del plato, en tres meses, aumentó de $30,8 \pm 4,1$ a $242,6 \pm 52,2$. Esta información sugiere que la caída de las hojas se debió al ataque del insecto. El ciclo de vida, desde la postura hasta la muerte del adulto fue calculado en 79,5 días.

Biología y comportamiento de *Corthylus zulmae* Wood (Coleoptera: Curculionidae: Scolitynae).

Con el fin de estudiar la biología y el comportamiento de *Corthylus zulmae* en el campo y el laboratorio, se está realizando su seguimiento poblacional en una plantación de aliso de 1,2 ha en Villamaría (Caldas), para lo cual se realizan censos poblacionales trimestralmente y mediante muestreos destructivos de árboles afectados y trampas de captura, se registra la fluctuación del número de individuos a través del tiempo. En el laboratorio, se evaluaron cuatro sustratos para la cría del insecto y se realizó el seguimiento de los diferentes estados del insecto. El porcentaje de infestación inicial en el lote fue del 13%. El mayor número de perforaciones en los árboles infestados se observó en diciembre del 2008, con un promedio de 40/árbol; éstas se concentraron entre 128 y 198 cm, con un mínimo y máximo de 21 y 575 cm, respectivamente. Durante los meses evaluados el porcentaje de árboles atacados con presencia de estados vivos de *C. zulmae* ha fluctuado entre 17 y 86%, con la mayor proporción en los árboles evaluados en el mes de enero, aunque el mayor número de individuos se observó en diciembre con un máximo de 197 insectos/árbol. Las mayores capturas de adultos en las trampas se registraron en los meses de diciembre y mayo. En el mejor de los sustratos se observó, en tan solo el 6% de las repeticiones, buen desarrollo del insecto con una mortalidad del 22% en los estados inmaduros.

VII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Durante este año se continuó con el desarrollo del proyecto de los censos participativos de aves que se adelanta bajo un convenio con The Nature Conservancy y el apoyo del U.S. Forest Service, trabajando con comunidades cafeteras del Huila, Cundinamarca, Tolima, Quindío, Caldas y Santander. También se continuó con las tareas del proyecto de evaluación de la adopción de norma de agricultura sostenible, que se realiza como parte de un convenio con Rainforest Alliance y el apoyo económico de UNDP y el Proyecto Environ. Se hicieron adelantos en el desarrollo de herramientas de conservación a partir de las oportunidades en zonas cafeteras, con la producción de varios documentos y manuscritos y se terminó la etapa de campo de la evaluación de los efectos del proyecto de censos participativos de aves en las actitudes de las comunidades participantes hacia la biodiversidad y la conservación.

VIII. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

Implementación del Sistema Integrado de Gestión en buenas prácticas en tres componentes: técnico - económico, ambiental y responsabilidad social, en las Unidades Cafeteras Empresariales – UCAE – del piloto “Jóvenes Caficultores”. ETI 2314. En conjunto con la Gerencia General de la Federación Nacional de Cafeteros y el Equipo Técnico de Normalización se está desarrollando este Proyecto, el cual cuenta con recursos de cofinanciación de la convocatoria SENA – ACIDI/VOCA y el BID. Simultáneamente al trámite de este proyecto se realizó el diagnóstico de las siete UCAEs, que permitió identificar para cada componente, los puntos críticos en tres aspectos: infraestructura, recurso humano y documentación, con los siguientes resultados:

En términos generales, se destaca que los predios adquiridos para el desarrollo del proyecto se han

recibido en mal estado de administración y baja productividad de los cafetales.

De acuerdo a la metodología, en cada UCAE se recopiló información utilizando como herramientas una *encuesta para la caracterización ocupacional* de los jóvenes y una *lista de chequeo* para evaluar los siguientes aspectos: infraestructura¹, documentación² y recurso humano³ en el sistema de producción de café por componente: calidad, medio ambiente y responsabilidad social.

Por cada aspecto se destaca:

Recurso humano. La distribución por género indica que el 27,1% son mujeres y el 72,9% son hombres. En cuanto al estado civil, edad y escolaridad de los socios, el 49% de los socios son solteros, el 60% tienen una edad entre 25 y 35 años y con relación a la escolaridad, el 54% son bachilleres y el 32% tienen primaria completa.

Con relación al conocimiento adquirido:

En calidad y labores agrícolas se destaca que el 89% no ha recibido nunca una capacitación formal, el conocimiento para realizar las labores fue adquirido de manera empírica por medio de la familia o compañeros de trabajo.

En medio ambiente se destaca que el 51% de ellos no ha recibido capacitación en conservación del medio ambiente. Con relación al daño que se puede ocasionar a los ecosistemas naturales, el 43% considera que ninguna labor agrícola es la causa. Las personas que relacionan algún daño lo hacen básicamente con la aplicación de agroquímicos y con las quemas.

En responsabilidad social, el 63% de los caficultores, no ha recibido capacitación en seguridad y salud ocupacional, y el 49% consideran que las labores agrícolas que realizan no tienen riesgo para su salud. Los que relacionan algún riesgo lo asocian únicamente a la fumigación.

Infraestructura: en lo que se refiere a este aspecto,

¹ Infraestructura: involucra las instalaciones físicas, equipos agrícolas, maquinaria utilizada en todos los procesos del sistema de producción de café.

² Documentación: son los registros, planes de trabajo, formatos y planillas, listados.

³ Recurso humano: son todas las personas que participan en todas las labores de la finca (productor y sus familias, administradores y trabajadores de campo)

respecto al componente de calidad no se cumple en promedio con el 50% de los criterios establecidos, para el ambiental no cumple con el 70% y en responsabilidad social con 73%. De los criterios por componente a resaltar son los siguientes:

Calidad: es necesario acondicionar el beneficio, áreas del manejo postcosecha, áreas para organizar los insumos y los agroquímicos de las fincas. Con relación a las BPA, se evidenció que no se realiza el manejo integrado del suelo, no se utiliza la materia orgánica en el llenado de bolsa para la siembra de los colinos, no se hace una verificación en el tamaño del hoyo antes de la siembra, falta el control al final de cada proceso, entre otros.

Medio ambiente: es necesario el establecimiento y acondicionamiento de áreas para el manejo adecuado de los residuos ordinarios y peligrosos, instalaciones para el manejo de los vertimientos y adecuaciones para la conservación de los suelos, las fuentes de agua y la vida silvestre.

Responsabilidad social: es necesario realizar adecuaciones de las viviendas, cuarteles, servicios sanitarios y señalización. Con relación a su seguridad no cuentan con los elementos de protección mínimos requeridos.

Documentación: para los tres componentes es necesario establecer todo el soporte documental.

Con lo anterior, se concluye la necesidad de llevar a cabo la implementación del sistema integrado de gestión en BPA, en cada una de las UCAEs, para contribuir en el mejoramiento de todos los componentes y generar una base sólida para la creación de una *Cultura de sostenibilidad*.

Adicionalmente, se realizó del 5 al 8 de mayo el “Primer Seminario de Implementación del Sistema Integrado de Gestión- SIG- en buenas prácticas en tres componentes: técnico - económico, ambiental y responsabilidad social, en las Unidades Cafeteras Empresariales – UCAE – del piloto “Jóvenes Caficultores” (Figura 37), dirigido a los técnicos y las trabajadoras sociales, el cual tuvo como objetivo principal capacitar a los asistentes en diferentes temas relacionados con la producción de café por parte de los investigadores del Centro y construir el plan integral de mejoramiento de cada una de las UCAEs.

Desarrollo e implementación de un sistema de trazabilidad, captura automática de información, empaque y etiquetado en el sistema de producción de semilla Variedad Castillo® (convencional y orgánica). ETI 2306. Con el soporte generado a partir de la implementación del SIG en la Estación Central Naranjal. Durante este año en asocio con el área de Tecnología y la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros, se estructuró este proyecto que tiene como objetivo desarrollar un sistema en ambiente WEB que soporte la gestión y control de la trazabilidad en la producción y distribución de semilla “Seedtrack”. Durante esta vigencia se realizó la fase preliminar que contempló la caracterización de todos los procesos, en total 28, y por cada uno se incluyen los requerimientos de alto nivel, requerimientos detallados, casos de uso, responsables y diagramas de flujo, que hacen parte del sistema de producción y distribución de la semilla. Para el primer semestre del 2010 se tiene dispuesto contar con el sistema de trazabilidad (Seedtrack) que se articulará con el sistema de trazabilidad desarrollado por la FNC (Systtrack y Beantrack).

Desarrollo de herramientas para contribuir a la Gestión Integral de la Calidad en el sistema de producción de café. En esta línea el Equipo Técnico de Normalización ha identificado una oportunidad importante de trabajo mediante la generación de herramientas con los siguientes objetivos:

Unificar criterios respecto a diferentes actividades en la producción de café, las cuales se deben realizar aplicando criterios de Buenas Prácticas Agrícolas.

Facilitar los procesos de capacitación que adelanta el Servicio de Extensión a los caficultores, suministrando



Figura 37. Participantes Seminario UCAEs. Cenicafé.

herramientas que contribuyan a la estandarización de procesos con criterios técnicos.

Para dar cumplimiento en los procesos de certificación a diferentes criterios establecidos en los códigos de conducta, relacionados con temas ambientales, sociales y de calidad.

Dentro de las herramientas desarrolladas en esta vigencia se destacan las siguientes:

Solidaridad–UTZ CERTIFIED. El Equipo Técnico de Normalización participó en un proyecto de la Fundación Solidaridad, específicamente en la estructuración y desarrollo de los módulos del *Programa de formación para el desarrollo de un sistema de mejoramiento continuo en la producción de café*, que es una herramienta de capacitación para facilitadores (técnicos) que poseen conocimiento de la producción de café, con el fin de apoyar a los productores en el aprendizaje relacionado con:

- Identificar las causas de los problemas más comunes.
- Priorizar los problemas.
- Implementar soluciones prácticas de alto impacto.
- Adquirir el hábito de trabajar con el enfoque de mejoramiento continuo.

Los módulos son los siguientes

Introducción al sistema
Productividad
Calidad del café
Seguridad y bienestar en el trabajo
Manejo ambiental

Código 4C. En conjunto con la Gerencia Comercial, la Gerencia Técnica y la Fundación Manuel Mejía, el Equipo Técnico de Normalización ha contribuido en el desarrollo de diferentes herramientas para la capacitación de los caficultores a través del Servicio de Extensión, en la implementación del Código 4C. Los trabajos desarrollados son:

Juego **Recorriendo Nuestra Tierra Cafetera**, se hace énfasis en las dimensiones y los criterios del código.
Juego **Concéntrese**, donde se abordan las prácticas inaceptables.



Un póster alusivo a las dimensiones social, ambiental y económica del código.

Un calendario en el cual se incluye información relacionada con mejoramiento continuo y aspectos críticos que se identificaron en la autoevaluación relacionados con los componentes ambiental y social.

Estandarización de procedimientos. Dando continuidad al proceso de mejoramiento continuo se realizó la revisión de contenidos y diseño de los procedimientos estandarizados, material que se encuentra disponible en CD. Para el desarrollo de este material se contó con la revisión de los investigadores de las diferentes Disciplinas y de los Coordinadores de Cafés Especiales de los Comités Departamentales de Cafeteros de Norte de Santander, Huila, Antioquia, Risaralda y Caldas.

Este material fue entregado a todos los Comités Departamentales de Cafeteros a través de los Líderes Departamentales de Extensión y también a otras dependencias de la FNC. Los procedimientos estandarizados son:

- Calibración y mantenimiento de aspersoras.
- Manejo de aspersoras.
- Mantenimiento del beneficiadero.
- Mantenimiento de guadañas y motosierras.
- Manejo de guadañas y motosierras.
- Mantenimiento del selector.
- Manejo del selector.
- Triple lavado.
- Seguridad en el manejo de productos agroquímicos.
- Manejo de derrames.

Mejoramiento continuo del piloto del Sistema Integrado de Gestión en la Estación Central Naranjal y en La Granja de Cenicafé. Durante este año se continuó con las actividades de seguimiento y verificación del plan de trabajo, lo que ha permitido identificar diferentes puntos de mejoramiento. A continuación se destacan algunas de las actividades por componente:

Calidad: el plan de formación por competencias laborales se culminó, con los módulos de beneficio ecológico y manejo de subproductos, donde se formaron 15 personas. Con relación al proceso de certificación, el 8 de mayo 63 personas obtuvieron los certificados otorgados por el SENA. Con este proceso, a la fecha, la Estación Central Naranjal cuenta con un total de 115 personas certificadas de las cuales 21 tienen 5 certificaciones. El fortalecimiento del recurso humano, contribuye al proceso de mejoramiento continuo, el cual debe ser permanente.



Medio ambiente: dando cumplimiento a los requisitos legales que aplican a la Estación Central Naranjal, en conjunto con el Coordinador del Programa de Experimentación y la Sección de Control Interno, se realizaron los siguientes trámites ante la Corporación Autónoma Regional de Caldas-CORPOCALDAS, los cuales se encuentran en el expediente 7729 radicado el 23 de abril de 2009.

Solicitud de permiso de vertimientos y concesión de agua, de acuerdo a lo exigido por el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 del Ministerio de Agricultura, en cuanto al uso del agua y residuos líquidos.

Entrega y registro de los envases vacíos de agroquímicos, de acuerdo a lo exigido por el Decreto 4741 de 2009 y la Resolución 1362 del 2 de agosto de 2007, del Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La Corporación Campo Limpio construyó un centro de acopio para almacenamiento temporal de envases vacíos de agroquímicos en la Estación Central Naranjal, con el objetivo de beneficiar a los caficultores del departamento de Caldas. Con una capacidad de almacenamiento en peso de 4 t y en volumen 190 m³, dimensiones en altura de 3,5 m, longitud 12 m, ancho 6 m, área total 16 m², peso de la estructura 3,7 t. El material de construcción es madera plástica, obtenida a partir del procesamiento del material de los envases de plaguicidas

De otra parte, a partir de la experiencia en la recolección de envases vacíos de agroquímicos y teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos en el mes de agosto de 2008, se amplió la cobertura de recolección de envases a todo el departamento de Caldas, en asocio con el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, Cooperativas de Caficultores de Manizales, Anserma, Alto de Occidente, Aguadas y Norte de Caldas, la Alcaldía Municipal de Anserma, la Fundación Ecológica y Coodesarrollo, y con el liderazgo de la Corporación Campo Limpio y Cenicafé.

Con la participación de las entidades mencionadas se estructuró un cronograma para realizar jornadas de recolección en el período comprendido entre octubre de 2008 y noviembre de 2009. A la fecha se han realizado jornadas en 18 municipios y se han recolectado 4.046,3 kg de residuos peligrosos. Para los municipios del oriente de Caldas, Marquetalia, Pensilvania, Samaná y Manzanares, las jornadas de recolección se realizaron entre el 28 y 30 de septiembre de 2009.



IX. TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LOS PROCESOS DEL CAFÉ

Regulación automática del flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos de café. ING1126.

Para el correcto funcionamiento de la tecnología para el Beneficio Ecológico del Café por vía húmeda, Becolsub, se recomienda utilizar un caudal específico de agua entre 0,7 y 1,0 L/kg de café pergamino seco, durante el desmucilaginado mecánico. Con el propósito de garantizar el caudal de agua requerido en los diferentes modelos de desmucilaginosos mecánicos de café, se desarrollaron y evaluaron los siguientes dispositivos hidromecánicos, de bajo costo y fácil adquisición: un sistema autónomo de suministro de agua de nivel constante, con una motobomba sumergible de pecera, y un sistema de tanque, flotador y placa de orificio, que trabajan confiablemente para suministrar la cantidad exacta de agua necesaria para el buen funcionamiento de la tecnología Becolsub. El primer sistema funciona para los modelos más grandes, mientras que el segundo sistema es recomendable solamente para los modelos con capacidades de 100, 300 y 600 kg/hora de café en cereza. El sistema de placa de orificio es más barato que el sistema con bomba sumergible, con la ventaja adicional que no necesita suministro de energía eléctrica.

Disminución del impacto ambiental en la tecnología BECOLSUB mediante la evaporación de lixiviados. ING0128.

Para el manejo de los lixiviados generados en el proceso de beneficio ecológico con la tecnología Becolsub, se aprovecharon los gases de combustión generados en el intercambiador de calor, para evaporar los líquidos depositados en un evaporador construido con bandejas, lográndose evaporar en promedio 61,16% del volumen depositado, con límite superior de 84,35% e inferior de 48,98%. El promedio del volumen de lixiviados colocados en el evaporador fue de 33,50 L, con un límite superior de 49,00 L e inferior de 20,60 L. La bandeja 1, presentó el mejor porcentaje de evaporación con un 55,80%, debido a que en esta bandeja se alcanzó mayor temperatura, 53,35°C en promedio. El total de lixiviados evaporados fue de 111,60 L en 183,30 de secado del café, con una relación de 0,61 L/h de lixiviado evaporado; el consumo de carbón fue de 1,56 kg/h, con un rendimiento de 2,38 kg/L de lixiviado evaporado. Adicionalmente, se

realizaron pruebas preliminares para la evaporación de los efluentes del lavado manual y mecánico del café, utilizando el secador solar parabólico en piso de cemento, donde se colocaron 2.761 L de efluentes, de los cuales 2.538 L fueron evaporados en un período de 26 días, que correspondieron al 92%, con un sobrante de 97 L de lixiviados drenados de los lodos y 126 L de lodos, el 3,51% y 4,56%, respectivamente; la evaporación observada de fluidos fue de 85 mm, con un promedio de la tasa de evaporación diaria de 2,7 mm/día menor a la evaporación media en el Tanque Clase A (3,3 mm/día) y al valor de evaporación media mensual de 3,5 mm/día, reportado por Jaramillo (2006) para Cenicafé. Utilizando el secador solar parabólico se logró evaporar 97,62 L/día de efluentes y 90,64 L/m² aproximadamente para un promedio de 3,49 L/día/m²

Diseño, construcción y evaluación de un sistema integral para el manejo y el tratamiento de los residuos generados en la tecnología BECOLSUB en una finca. QIN0115.

Se diseñó un sistema para el tratamiento de lixiviados para el Quindío, para una finca de 9.000 @ de c.p.s. Se continuó con la evaluación de un sistema integral para el tratamiento de los residuos líquidos generados en la tecnología Becolsub, con remociones de carga orgánica, para este segundo año, acordes a lo exigido en la Legislación ambiental (Decreto 1594 de 1984).

Diseño y evaluación de un sistema prototipo para fincas cafeteras para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café por biodigestión anaeróbica. QIN0103.

Se diseñó un sistema mixto de lixiviados y mieles para la FMM. A solicitud de los Comités Departamentales de Cafeteros, se continuó con los cursos de capacitación del personal del Servicio de Extensión y de caficultores en el diseño, montaje, arranque y operación de Sistemas de tratamiento de aguas mieles y lixiviados provenientes de la tecnología Becolsub (Comités de Cafeteros de Quindío, Cauca, Nariño y caficultores de Caldas, Antioquia y Risaralda), como una herramienta para alcanzar la certificación ambiental de sus cultivos.

Sistema de tratamiento de aguas grises y negras.

Se diseñó la unidad Sanitaria Doméstica Cenicafé, USDC-1, para la sección de talleres de Cenicafé, 50 habitantes, 10,6 gpd y 11,6 g DBO₅/hab.d., de acuerdo con parámetros de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos,

EPA/625/R-92/005, sistemas de tratamiento de aguas negras para pequeñas comunidades rurales: a) Tratamiento Primario, tanque cónico de polietileno de 500 L. Tratamiento Secundario / Biológico – Séptico. El TRH es de 71,4 horas, se calcula que los 2 m³ de agua residual, generan una carga en DBO₅ total de 580 g de oxígeno, lo que corresponde a una carga orgánica de 0,0975 kg DBO₅/m³.d. Los flujos perpendicular y superficial se calculan dentro de los rangos permisibles por la EPA para tratamiento de aguas residuales de pequeñas comunidades rurales, 3,28 m³/m².día (2 m³/0,61m m².d) y 0,336 m³/m².día (2 m³/5,95 m²), respectivamente.

Diseño y evaluación de un sistema de depuración con base en plantas acuáticas para el postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café tratadas por digestión anaerobia. QIN0112. El objetivo principal de esta investigación es la generación de la información necesaria para el diseño de un biosistema integrado que utilice macrófitas para el postratamiento de las aguas mieles del café, buscando que sus efluentes generen el menor impacto negativo posible sobre el ecosistema acuático cafetero, presentando alternativas viables, desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, para la adecuada disposición de la biomasa generada durante el proceso de depuración.

De acuerdo con el Índice de Calidad del Agua (ICA) desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (NSF), los efluentes de los SMTA presentaron un valor de 32,97, situándose en el rango de clasificación para agua de mala calidad y los efluentes de los Sistemas Acuáticos de Tratamiento (SAT) que utilizaron macrófitas, presentaron un valor de 53,21, correspondiente al rango de clasificación para agua de calidad media (Tabla 51). La disminución, en los efluentes de los SAT, de la DBO₅ por debajo de 30 ppm y de los ST por debajo de 500 ppm, permitiría incrementar los niveles de O₂ disuelto y obtener un agua de buena calidad.

Se concluye que es necesario disminuir la concentración de las aguas mieles tratadas anaerobiamente a valores de DQO₅ por debajo de 1.172 ppm, para poder utilizar sistemas de tratamiento con plantas acuáticas y que un biosistema integrado que utilice una mezcla de las especies flotantes *E. crassipes*, *P. stratiotes* y *S. Auriculata*, y en el cual se aproveche la biomasa generada para la elaboración de abono orgánico mediante el proceso de lombricultura o como suplemento de los sustratos tradicionales utilizados en la producción de hongos comestibles, es el apropiado para el postratamiento de las aguas mieles del café en la zona cafetera colombiana.

Tabla 51. Índice de la calidad del agua para los efluentes del SMTA y SAT.

Variable	Unidades	Factor de ponderación (Fi)	Efluente SMTA	Valor de calidad (Qi)	FiQi	Efluente SAT	Valor (Qi)	FiQi
O ₂ disuelto	% Sat.	0,17	5,31	5	0,85	34,87	23	3,91
Coliformes fecales	NMP/100 ml	0,16	4300	14	2,24	<3	99	15,84
pH	Unidades	0,11	7,48	93	10,23	7,74	91	10,01
DBO5	ppm	0,11	796	5	0,55	100	5	0,55
Cambio de temperatura	°C	0,1	4,09	77	7,7	1,08	89	8,9
Fosfatos	Ppm	0,1	57,7	2	0,2	19,1	2	0,2
Nitratos	Ppm	0,1	2,21	94	9,4	0,85	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	333	5	0,4	57	35	2,8
Sólidos totales	ppm	0,07	1887	20	1,4	1050	20	1,4
ICA Total					32,97			53,21

Conocimiento Estratégico



I. AGROCLIMATOLOGÍA

Servicio Meteorológico de la Federación Nacional De Cafeteros De Colombia, FNC. La red meteorológica de la FNC tuvo en funcionamiento un total de 235 estaciones meteorológicas de la siguiente manera: 57 estaciones climatológicas principales, 7 estaciones heliopluviográficas, 1 estación heliográfica, 8 estaciones pluviográficas y 162 estaciones pluviométricas. Se hizo mantenimiento y calibración de los equipos a través de 111 visitas de inspección, con lo cual se logró obtener registros en su mayor parte completos y de buena calidad.

La información de la red meteorológica correspondiente a temperatura (media, mínima y máxima) y humedad relativa diarias, se depuró y verificó hasta el mes de julio/09. El número de horas solar está evaluado y digitado en un 70% hasta el mes de diciembre de 2008, mientras que los registros de lluvia medidos en los pluviómetros de 161 sitios están evaluados hasta el mes de agosto de 2009.

En la ampliación de la cobertura de la red meteorológica de la FNC se destaca:

La instalación de una estación climatológica principal en la finca El Ruby en el municipio de Planadas (Tolima), con coordenadas geográficas 03° 06' 56" N, 75° 40' 24" W y altitud de 1.710 m.

La instalación de una nueva estación pluviométrica en la finca El Zángano (Salamina, Caldas) con coordenadas geográficas 5°26'42,3" N, 75°27'18" W y altitud de 1.841 m.

La instalación de la estación pluviométrica El Porvenir en el municipio de Aranzazu (Caldas), situada a 5°14'39,7" N, 75°32'18,3" W y una altitud de 1.944 m.

Se complementó la estación climatológica principal Manuel Mejía (El Tambo, Cauca), con equipos para la medición de radiación solar, respaldados con una fuente autónoma de energía compuesta por un panel solar, un regulador y una batería.

II. GENÓMICA DEL CAFÉ

Métodos de selección de genotipos con resistencia a la roya. En el marco del proyecto del Genoma

del Café, financiado por el MADR y la FNC, se obtuvieron resultados importantes en el desarrollo de herramientas biotecnológicas orientadas a mejorar los métodos de selección en el campo de genotipos con resistencia genética a la roya del cafeto. Como resultado de las actividades realizadas, se han estudiado hasta la fecha más de 300 marcadores discriminados así: 113 derivados de genes candidatos (7 genes de resistencia-RGC, 6 de defensa -DGC, y 100 combinaciones de dominios de genes R -RGAP), 4 provenientes de factores de transcripción y más de 200 marcadores derivados de secuencias expresadas (ESTs) relacionadas con genes de resistencia (RGC), defensa (DGC) y algunos factores de transcripción de plantas. La caracterización de las secuencias derivadas de los marcadores funcionales desarrollados a partir de genes candidatos, confirma su implicación directa o indirecta con la resistencia. Por ejemplo, se identificaron algunas homologías importantes relacionadas con: un dominio de tipo TIR (*Toll Interleukin Resistance*), propio de ciertos genes de resistencia, un regulador de transcripción, una proteína del metabolismo del calcio (*calcium binding protein*), una enzima de tipo ligasa (*DNA ligase - ATP binding protein*), así como con una proteína de membrana (*sodium/hidrogen exchanger*). Igualmente, algunas secuencias estudiadas mostraron relación con genes de resistencia previamente identificados en café (por ejemplo: clon CEN82239: *disease resistance-like protein from C. arabica*; clon CEN80031: *Disease resistance protein, putative from Solanum demissum*). Como dato interesante, ciertas secuencias también mostraron relación con elementos transposables (*i.e.* retrotransposones particularmente de tipo *TY3-gypsy*), ampliamente conocidos por su papel en la regulación de la expresión de todo tipo de genes en plantas y otros organismos.

Los marcadores desarrollados fueron posteriormente evaluados en una población de estudio compuesta por 80 individuos F2, muy bien caracterizados, derivados del cruzamiento entre Caturra como padre susceptible, y la línea DI.200, caracterizada por su elevada resistencia genética a la roya. Con base en esta evaluación, se pudo estimar el grado de ligamiento genético entre los marcadores seleccionados, revelando la existencia de al menos tres regiones genómicas (*i.e.* grupos de ligamiento), potencialmente responsables de la expresión de la resistencia en la población estudiada. La evaluación de la presencia de estos marcadores fue confirmada sobre un grupo de nueve líneas élite con elevada

resistencia a la roya y que hacen parte de la Variedad Castillo®.

Paralelamente con los estudios genómicos, se trabajó en la optimización de los métodos para evaluar de manera más precisa la resistencia genética bajo condiciones controladas. Para ello, se realizaron evaluaciones tanto en almacigo como en el laboratorio, donde se midió la respuesta de resistencia a la roya usando variables de tipo epidemiológico como el período de latencia (PL), el período de incubación (PI) y el área de la lesión causada por el hongo (Figura 38). Como resultado de los ensayos realizados se pudieron evidenciar las bondades del método de inoculación sobre hojas desprendidas de café, para evaluar la respuesta de resistencia. Tanto el PI como el PL mostraron ser variables discriminantes muy consistentes, para separar genotipos con alta y baja

resistencia. En general, aquellos materiales altamente resistentes nunca alcanzaron el período de latencia, lo cual se refleja en el lento establecimiento del hongo, característica principal de la resistencia parcial. Por el contrario, los genotipos altamente y medianamente susceptibles alcanzaron un período de latencia más o menos temprano, dependiendo de su nivel de resistencia. Otra variable que mostró ser útil para la discriminación de genotipos por su resistencia fue el *área de la lesión*. Mediante esta variable fue posible separar de forma relativamente fácil y rápida, genotipos con diferente nivel de resistencia parcial (RPA, alta; RPB, baja).

Igualmente, se validaron algunos marcadores desarrollados por el grupo del IRD de Francia, ligados al gen *SH3* de resistencia contra la roya, proveniente de la especie *C. liberica*. La importancia de este gen

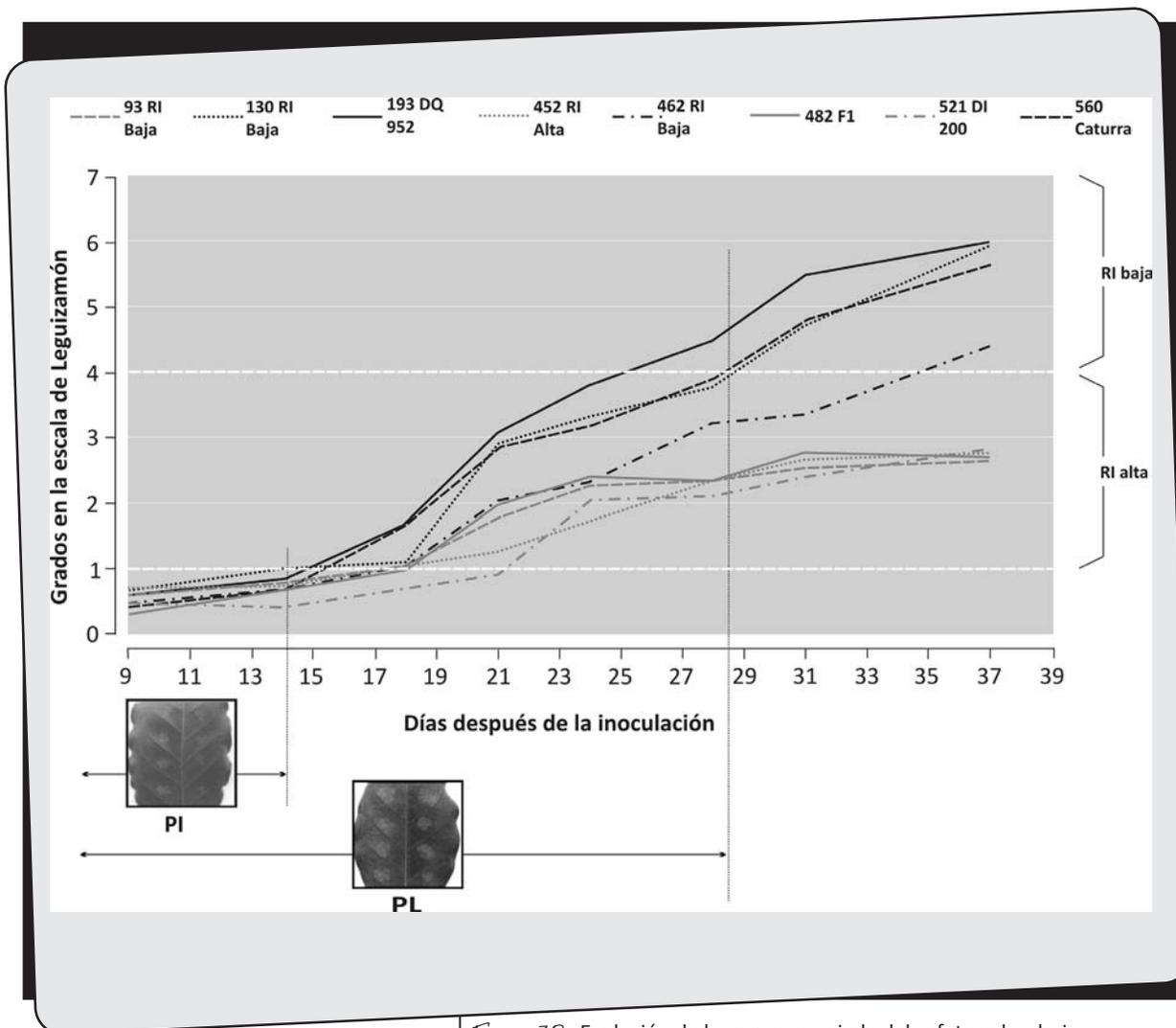


Figura 38. Evolución de la roya anaranjada del café sobre hojas desprendidas de diferentes genotipos de café

para el Programa de Mejoramiento radica en el hecho que tal factor de resistencia no ha sido usado hasta ahora en el país, lo que supone la ausencia de razas de roya compatibles con dicho gen. Un total de diez marcadores, incluidos tres microsatélites y siete SCARs fueron evaluados sobre un grupo de 52 genotipos seleccionados del banco de germoplasma de Cenicafé, la mayoría representantes de variedades Arábica comerciales de India, reconocidas por ser portadoras del gen *SH3*. De los diez marcadores analizados, tres mostraron ser altamente consistentes en su poder de separar las plantas con presencia del gen *SH3*. La selección realizada con los marcadores seleccionados fue confrontada con evaluaciones de roya en el campo de los mismos individuos. En todos los casos, las plantas portadoras del gen *SH3* se mostraron altamente resistentes al ataque de la roya en la Colección Colombiana de Café ubicada en la Estación Central Naranjal. Estos datos fueron confirmados por evaluaciones previas realizadas en al menos cinco años. Los marcadores seleccionados en este estudio, constituyen una herramienta idónea para la incorporación (*i.e.* piramidización) del gen *SH3* en las líneas comerciales de café, con el fin de lograr una resistencia más durable contra la roya, a través de la ampliación de la base genética de la resistencia.

Evaluación de Progenies F_3RC_1 y F_4RC_1 de Híbridos Interespecíficos. Como resultado del proyecto de Mejoramiento por Hibridación Interespecífica en café, que busca ampliar la diversidad de la especie *Coffea arabica*, incorporando características útiles especialmente de resistencia, se tienen en diferentes generaciones poblaciones de *C. arabica* desarrolladas a partir de retrocruzamientos con la especie *Coffea canephora*. Se busca que las progenies que se desarrollen sean tetraploides, fértiles, productivas y con resistencia a la roya, de modo que puedan usarse directamente o como progenitores en cruzamientos con las mejores variedades cultivadas. Para evaluar progenies de dos de estas generaciones, se sembró en la Estación Central Naranjal de Cenicafé el experimento MEG0659, en el cual se evaluaron 19 progenies F_3RC_1 y 3 F_4RC_1 , en un diseño en látice de 5 x 5 con dos repeticiones. Como testigos se utilizaron las variedades Colombia y Caturra, de esta última se utilizaron dos tratamientos: uno con control y otro sin control de roya. La unidad experimental fue un surco de 12 plantas, de las cuales diez eran efectivas. Se evaluó la resistencia a roya, por medio de la Escala de Eskes y Braghini para la planta completa, escala ascendente de 0 a 9, durante cinco años, una o

dos lecturas por año. Al construir las distribuciones de frecuencia por progenie para cada una de las evaluaciones y para la lectura máxima por planta, se encontró que las tres progenies F_4RC_1 eran altamente resistentes, con calificaciones máxima entre 0 y 3, y mediana de 0 a 1. Estas progenies proceden de dos progenitores que también eran altamente resistentes. Cinco progenies tenían una mediana de 4, igual a la de la variedad Colombia, mientras que la variedad Caturra, en el tratamiento sin control, tuvo una mediana de 7 (Tabla 52). Se midió y se hizo análisis de varianza de acuerdo con el diseño ($F_{.005, 24}$ y 24 grados de libertad) para la altura de la planta a los 24 y a los 36 meses, las características de grano y la producción durante cuatro cosechas, y se encontró que todas las progenies eran de porte bajo, y aunque hubo diferencias estadísticas entre progenies ($F_c = 2,21$ y 2,57 a los 24 y 36 meses, respectivamente), 14 tenían una altura estadísticamente igual a la de la variedad Caturra, y dos progenies de grano grande y siete de grano medio, tenían frecuencia de frutos vanos y granos caracol dentro de los límites comerciales (<15% de frutos vanos y < 8% de granos caracol). Las demás progenies no tienen buenas características de grano (Tabla 53), pero de ellas serán retrocruzadas a variedades cultivadas, las que tienen alta resistencia a la roya. Se midió la producción durante cuatro cosechas, y se encontró que la producción media varió entre 5,83 kg/planta (583 @/ha de cps) para la progenie MEG0641.380 y 2,75 kg/planta (275 @/ha de cps) para la progenie MEG0638.51. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre progenies ($F_c = 4,35$) y la prueba de Dunnett, separó ocho progenies con producciones estadísticamente mayores a la de la variedad Colombia (3,71 kg/planta equivalente a 371 @/ha de cps). Ninguna progenie fue inferior a esta variedad.

Al examinar en conjunto las características de grano se encuentra que las progenies MEG 0641.38 y MEG 0641.270 son de grano grande y baja frecuencia de frutos vanos y granos caracol, siete progenies de grano medio también tienen porcentajes de vanos y caracol dentro de los límites comerciales, dentro de ellas se seleccionarían las plantas con mejores características. Las demás progenies no tienen buena granulometría, y sólo se seleccionarán como progenitores para retrocruzamiento si tienen alta resistencia a la roya.

Resistencia a CBD. Durante el mes de octubre de 2008, se sembraron en la Estación Central Naranjal, en cinco nuevos experimentos, los 176 genotipos

seleccionados en los experimentos MEG0307, MEG0308 y MEG0309, por resistencia a CBD y buenas características agronómicas, para continuar el proceso de selección. Las nueve poblaciones F2 de cruzamientos entre genotipos resistentes a uno o varios aislamientos de CBD se encuentran en almácigo. De los progenitores resistentes utilizados para hacer dichos cruzamientos con DG1399, utilizado como madre por mostrar resistencia a los cuatro aislamientos del hongo, se observó que el ET 56 mostró resistencia a los cuatro aislamientos, Sudan

Rume a dos aislamientos (Q y Z12) y Local bronze y Jackson 2 al aislamiento de Kenia.

Mapa Genético. Para este período se evaluaron las características morfológicas en las progenies F3 de Cat x CCC1046 en diferentes localidades (Naranjal, El Rosario, El Tambo, Paraguaicito y Líbano), las cuales presentan una variabilidad que permite hacer selección y análisis de regiones genómicas responsables de su expresión.

Tabla 52. Distribución de la infección máxima por roya* de las progenies del MEG0659. Número de plantas en cada grado de la escala de Eskes y Braghini

Progenie	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	Mediana
Caturra CC				2	3	9	3	2		19	5
Caturra SC						2	3	13	2	20	7
MEG6.38.51	6	11	1					1		19	1
MEG6.38.6	18	2								20	0
MEG6.38.60	5	5	3	3	3		1			20	2
MEG6.41.172				1	8	9	2			20	5
MEG6.41.173				1	8	6	4	1		20	5
MEG6.41.191				1	7	7	1	2		18	5
MEG6.41.193				5	11	3				19	4
MEG6.41.198					8	9	3			20	5
MEG6.41.25		1	1	5	9	3	1			20	4
MEG6.41.270				1	6	10	3			20	5
MEG6.41.292	15	4	1							20	0
MEG6.41.297	5	8	1	2	1		1			18	1
MEG6.41.314					4	5	10	1		20	6
MEG6.41.316					12	4	2			18	4
MEG6.41.361				1	2	5	7	1		16	6
MEG6.41.364			1		6	9	4			20	5
MEG6.41.365		1		2	4	10	3			20	5
MEG6.41.370					5	9	6			20	5
MEG6.41.374				6	9	4	1			20	4
MEG6.41.380				1	7	10	2			20	5
MEG6.41.55	1	7	6	5						19	2
MEG6.41.58		2		4	7	5	1			19	4
Var. Colombia		1	3	3	8	2	1	1		19	4
Total	50	42	17	43	128	121	59	22	2	484	
Progenies	50	41	14	38	117	108	52	6	0	426	

* Máximo de ocho evaluaciones de marzo de 2003 a julio de 2007

Tabla 53. Características de fruto y de grano en las progenies del experimento MEG0659

Genotipo	Vanos	Caracol	Supremo
MEG 0638.6	10,4	20,6*	78,1
Var. Colombia	7,8	8,7	78,1
Meg 0641.380	7,7	12,2	73,7
Meg 0641.193	23,5*	15,8*	68,9
Meg 0641.191	21,3*	13,6*	68,0
Meg 0641.270	8,8	15,3*	67,0
Meg 0641.173	23,6*	13,2	65,4
Meg 0641.198	21,6*	16,8*	64,0*
Meg 0641.374	19,7*	17,0*	61,2*
Meg 0641.365	15,1	23,1*	58,7*
Meg 0641.172	5,8	11,7	58,5*
Meg 0641.364	9,6	11,6	58,5*
Meg 0641.316	14,8	13,9*	57,5*
Meg 0641.361	20,9*	14,1*	56,2*
Meg 0638.60	6,3	7,4	55,1*
Meg 0641.370	26,6*	20,4*	53,7*
Caturra CC	4,2	11,5	51,7*
Meg 0641.314	9,0	16,1*	50,7*
Meg 0641.25	7,9	12,5	50,6*
Meg 0638.51	6,7	10,7	50,2*
Caturra SC	4,4	10,6	44,2*
Meg 0641.58	14,0	14,6*	40,8*
Meg 0641.55	12,1	17,1*	39,8*
Meg 0641.297	13,0	17,3*	36,8*
Meg 0641.292	9,2	18,8*	28,3*
Promedio Experimento	12,7	14,6	57,2
Progenie	13,5	14,4	56,0

*Diferentes de la variedad Colombia según prueba de Dunnett al 0,05.

Evaluación regional de progenies élitales por Espectroscopia de Infrarrojo Cercano-NIRS. Cinco localidades de la zona cafetera colombiana (El Tambo-Cauca, Paraguaicito-Quindío, Naranjal-Caldas, El Rosario-Antioquia y Pueblo Bello-Cesar) fueron diferenciadas mediante NIRs, a partir de muestras tomadas durante tres cosechas, en 2004, 2005 y 2006 (Figura 39). De igual forma, esta técnica se aplicó a muestras de agricultores de Cauca y Nariño, en 2006 y 2007. Los porcentajes de diferenciación fueron del 99,7% para Cauca y del 100% para Nariño (Figura 40). La Oficina de Propiedad Intelectual de la FNC usó esta información para estructurar el pliego de Denominación de Origen Protegido “Café de Cauca” y Café de Nariño”, solicitada ante la Superintendencia de Industria y Comercio en el 2009.

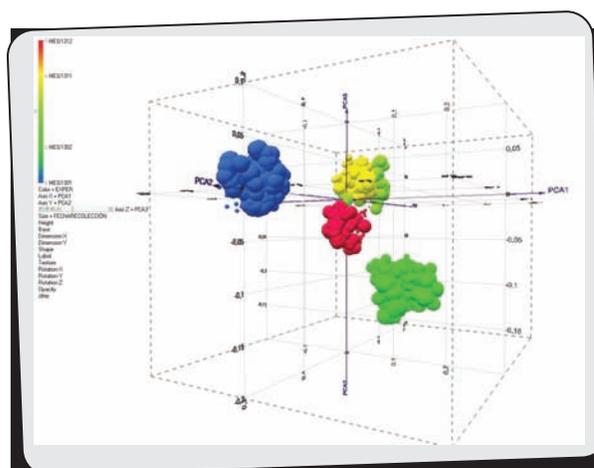


Figura 39. Representación de los tres primeros PCA-NIRS de muestras procedentes de un ensayo en evaluación regional, con progenies élitales del programa de Mejoramiento Genético de Cenicafe (cinco localidades).

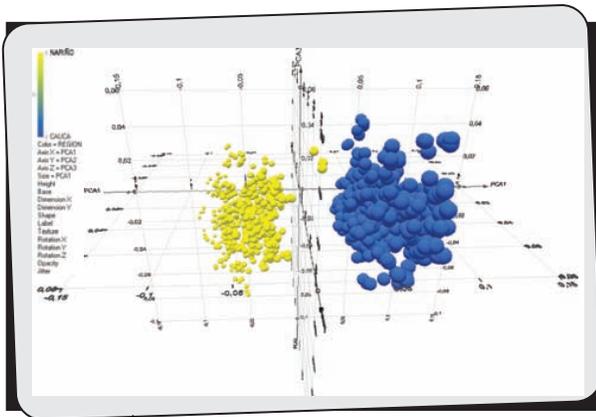


Figura 40. Representación de los tres primeros PCA-NIRS de muestras procedentes de dos departamentos cafeteros (Cauca azul y Nariño amarillo).

III. BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA BROCA

Mejoramiento por transgénesis, empleando genes de quitinasas para la obtención de variedades de café resistentes a broca. Este proyecto tiene como objetivo la transformación y regeneración de líneas élite de la Variedad Castillo® con los vectores de quitinasas, para generar variedades resistentes a la broca del café. Se continuó con la proliferación de tejido embriogénico (TE) para ser transformado, y se iniciaron las transformaciones con los vectores conteniendo los genes de quitinasas. De todas las líneas élites de Variedad Castillo®: CU 1812, CU 1991, CU 1953, CU 1827, CX 2848, CX 2178, CX 2710, CX 2720, CU 1815 y CU1997 sembradas para regenerar TE en el año 2008, se obtuvo tejido, pero los porcentajes de regeneración han variado desde el 11% hasta el 50%. La línea con menor regeneración ha sido la CU1991 y la más degenerante es la CX2720. Se realizaron nuevas siembras con estos genotipos, en total 1.183 explantes fueron sembrados, pero hasta el momento no se ha obtenido nuevo TE. Con respecto a las transformaciones, las células embriogénicas fueron llevadas a medio de proliferación y luego de obtener una buena cantidad, se realizaron 16 eventos de transformación. Con el gen de endoquitinasa se transformaron cinco genotipos y con el gen quitobiosidasa ocho genotipos de los diez. Hasta el momento se ha observado producción de embriones luego de la transformación en las muestras de

controles positivos no transformados, en ocho de los eventos de transformación, y el genotipo CX2178 ya empezó a regenerar embriones luego de la transformación con quitobiosidasa, al igual que los controles positivos de este tratamiento. Además, se hicieron transformaciones con el gen GFP (proteína verde fluorescente) en los genotipos CU1812, CY1997, CU1953 y CX 2720. Se observó producción de embriones en los controles, en dos de los cuatro genotipos, y el genotipo CU1997 regeneró embriones luego de la transformación.

Mejoramiento por hibridación para la obtención de variedades resistentes a la broca. En desarrollo del experimento “Mejoramiento por hibridación para la obtención de variedades de café resistentes a la broca”, cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (contrato No. 217-2008272247-7199), entre febrero y marzo del 2007 se cruzaron varias líneas de la Variedad Castillo® y cinco de las introducciones en las cuales el crecimiento de las poblaciones de broca, medido por sus parámetros reproductivos, era menor.

Entre julio y octubre se recolectó la semilla de 23 cruzamientos, más de 50 semillas por cruzamiento. El germinador se estableció en abril 15 de 2008, junto con el testigo Caturra, y en agosto se sembraron cinco de los progenitores de buen comportamiento. En el mes de julio, se llevaron al almácigo 24 plantas de cada uno de los cruzamientos y de los testigos; se hizo selección entre cruzamientos y de plantas dentro de cada cruzamiento, eliminando las plantas anormales, las plantas con mal desarrollo y sobre todo, aquellas que por su altura, el color del brote tierno y las características de las plantas no correspondían al cruzamiento, o se presumía fueran de autofecundación.

En marzo de 2009, en la Estación Central Naranjal, se sembraron en el campo 20 progenies F1 y 6 progenitores, en surcos de 12 plantas, las cuales serán evaluadas tanto para características agronómicas como para resistencia a la broca, una vez se inicie la producción.

Como parte de las actividades del proyecto Genoma del Café, se sembró un experimento en la Subestación La Catalina en mayo 2009, con el fin de conocer en el campo la dinámica poblacional de la broca en genotipos etíopes y en las poblaciones F2 de sus cruzamientos con la variedad Caturra.

Búsqueda de genes de resistencia a la broca del café. Dentro del proyecto Genoma de la Broca se realizaron estudios de caracterización e inhibición de las siguientes enzimas presentes en el tracto digestivo de la broca:

a) endo-mananasas: son responsables de la degradación del galactomanano, principal carbohidrato del grano de café. La caracterización bioquímica y molecular de la mananasa fue presentada en los informes anteriores. Este año se realizaron pruebas piloto para verificar el uso industrial de la mananasa de la broca en la remoción de sedimentos presentes en extractos concentrados de café. Estos experimentos fueron realizados en coordinación con la fábrica de café liofilizado Buencafé, donde se demostró que la inclusión de la enzima en el extracto eliminó completamente la presencia de sedimentos.

b) endo-xilanasas: son responsables de la degradación de la hemicelulosa, componente de la pared celular del grano del café. Se logró la clonación y expresión *in vitro* de esta proteína; lo que hizo posible su caracterización bioquímica e interacción con un inhibidor enzimático aislado del trigo (XIP-I). Considerando que es el primer registro de esta enzima en el genoma de un insecto, que su secuencia presentó homología con xilanasas de origen bacteriano y que hay registros de estas enzimas en microorganismos aislados de tractos digestivos de insectos del orden isóptera y lepidóptera, se realizaron experimentos para conocer el origen del gen en el genoma de la broca. Las evidencias científicas obtenidas hasta el momento, demuestran una posible transferencia horizontal del gen desde el genoma de una bacteria simbiote al genoma de la broca.

c) citocromo mono-oxigenasas P450: están involucrados en procesos de detoxificación celular. Se ha reportado la participación de estas enzimas en el metabolismo de la cafeína en humanos. Las evidencias encontradas hasta el momento sugieren que de manera similar la degradación de cafeína debe cumplirla alguno(s) de los citocromos P450 presentes en el tracto digestivo la broca. Después de realizar un análisis comparativo entre las secuencias genéticas del ADN de *H. hampei* y de *H. obscurus*, se identificaron cuatro secuencias aisladas del tracto que corresponden a citocromos P450, y que están

presentes exclusivamente en la broca del café y no en la falsa broca. Con la secuencia completa de uno de estos genes, se logró su expresión *in vitro* en el sistema de *P. pastoris*.

Con el propósito de desarrollar futuras estrategias de control genético de la broca se realizaron bioensayos en dietas artificiales, silenciando los genes que codifican estas enzimas digestivas, usando la técnica de RNA de interferencia (RNAi). Se evaluó el porcentaje de mortalidad de individuos de la broca. Los resultados indican que las enzimas digestivas endo-mananasa, endo-xilanasas y citocromo oxigenasas son un blanco molecular importante para el control de la broca del café, ya que su silenciamiento tiene un efecto significativo en el ciclo biológico del insecto. Se continuará con los estudios en busca de moléculas de origen proteico y orgánico que puedan inhibirlas.

Se reportó la purificación, caracterización y clonación del primer inhibidor de las aspártico proteasas de *H. hampei* aislado de las semillas de *Lupinus bogotensis*. El inhibidor de aspártico proteasas de *L. bogotensis* (IAPLb), tiene una masa molecular de 12,84 kDa, determinada por MALDI-TOF, y está compuesto por una única cadena polipeptídica con un punto isoelectrico de 4,5. En los experimentos de actividad térmica, ésta se mantuvo entre 30 a 70°C, pero fue inestable a 100°C a pH de 2,5. El inhibidor mostró estabilidad en un amplio rango de pH, de 2 a 11. IAPLb no es una glicoproteína. IAPLb fue muy efectivo contra las aspártico proteasas de *H. hampei* a concentraciones entre 3 a 10 µg y la IC₅₀ fue de 2,9 µg. La secuencia amino-terminal de IAPLb tiene homología con proteínas de almacenamiento de las semillas, vicilina y beta conglutina. IAPLb inhibe pepsina en una relación estequiométrica 1:1. La inhibición de IAPLb contra pepsina es competitiva, con un Ki de 3,1 µM. La homología de IAPLb con las vicilinas de *Lupinus albus* L. sugiere un posible papel de defensa de estas proteínas de reserva contra coleópteros. El gen del inhibidor IAPLb4 tiene un único marco de lectura abierta de 354 nucleótidos, que codifica para un polipéptido de 117 aminoácidos. La secuencia de este inhibidor no tiene intrones y el péptido señal se encuentra entre los aminoácidos 31 y 32. El gen que codifica a IAPLb podría utilizarse como una herramienta promisoriosa para la obtención de plantas de café resistentes a *H. hampei*.

IV. GENÓMICA DEL HONGO

Beauveria bassiana

Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo.

Con el propósito de evaluar el efecto de diferentes cepas del hongo *Beauveria bassiana* sobre las brocas que vuelan de frutos infestados del suelo y su impacto en la infestación de los árboles de café, se realizó una investigación en dos localidades cafeteras de Caldas y Quindío. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y diez repeticiones, donde los tratamientos consistieron en la aplicación, a frutos brocados en el suelo, de 1×10^9 esporas/plato de árbol de la cepa Bb 9205, una mezcla de cepas Cenicafé (Bb 9001, Bb 9119 y Bb 9024), una formulación comercial de *B. bassiana* y un testigo sin aplicación. Los tratamientos fueron asperjados en un árbol central, que contenía una jaula entomológica en parcelas experimentales de 3 x 3 árboles. Dentro de cada árbol enjaulado, se habían colocado 30 días antes, 50 frutos infestados artificialmente con broca, en proporción 4:1. Se calculó una disminución en el porcentaje de infestación entre 40 y 50% con respecto al testigo, una mortalidad ocasionada por el hongo mayor al 45% en los tratamientos y una disminución en la progenie de las brocas que sobrevivieron a los tratamientos, que osciló entre 77 y 90% (Tabla 54).

V. GENÉTICA DE LAS ENFERMEDADES DEL CAFETO

Genómica de la interacción café-roya. La metodología para el incremento de aislamientos de roya en el invernadero, a la cual se le han seguido realizado ajustes los dos últimos años, siguió siendo muy exitosa. La gran mayoría de aislamientos que se hicieron el año pasado se pudieron seguir conservando y se realizaron incrementos de nuevos aislamientos durante el presente año. Se continuaron los trabajos de desarrollo de marcadores moleculares AFLPs para el estudio de diversidad de estos aislamientos presentes en Colombia. Durante este año se realizó la extracción de ADN de la raza II de *H. vastatrix* y se envió a la compañía CD-Genomics (Estados Unidos) para secuenciación parcial por la tecnología de 454. En la actualidad, se están esperando de los resultados que corresponden a 150-250Mb de información del genoma de la roya.

Se comparó mediante PCR en tiempo real la expresión entre los genotipos Caturra e Híbrido de Timor 1343, a través de tres tiempos de postinoculación (30, 60 y 120 horas), usando la ubiquitina como gen de referencia. Para los genes de la glicosil hidrolasa 2 y el inhibidor de la poligalacturonasa se verificó la inducción del gen en el genotipo resistente, 30 horas después de la inducción con roya, con una disminución a niveles basales a partir de las 70 horas. Igualmente, se aprecia una reacción tardía de Caturra, con inducción de la expresión sólo hasta las 70 horas. Por su parte, las subtilisinas A y B tienen una expresión sostenida durante las 30 y 70 horas después de la inducción en HdT, y no se expresó en Caturra. Finalmente, el gen de la glicosil hidrolasa presenta una expresión alta en HdT con y sin roya, en las primeras 30 horas, con una disminución en la medición de las 70 horas para ambos casos. Este gen tiene expresión diferencial entre genotipos, pero no con el tratamiento con roya.

En el área de Bioinformática, se continuó con el análisis de secuencias de ESTs y su depósito en las bases de datos. El sistema contiene, a julio del 2009, alrededor de un millón de registros; estos datos incluyen 31.473 unigenes de la especie *C. arabica*, 11.652 de *C. liberica*, 6.921 de *Hypothenemus hampei*, 12.420 de *H. obscurus*, 7.084 de *Beauveria bassiana* y 80.058 secuencias BES de *C. arabica*.

VI. PERFILES CROMATOGRÁFICOS DEL AROMA DEL CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO SEGÚN EL SITIO DE SIEMBRA DEL CULTIVO

Compuestos identificados en el café tostado y molido, mediante micro-extracción en fase sólida (SPME). Por medio de esta técnica se han podido identificar 122 compuestos, de los cuales inicialmente se separan los compuestos alifáticos livianos como aldehídos y cetonas, de no más de cinco carbonos seguidos, de los heterocíclicos y sus derivados.

Los compuestos heterocíclicos (furanos, piridinas, pirazinas, tiofenos etc.) representaron la principal familia de compuestos en los volátiles aislados, con un 39,7%, seguidos por las cetonas y aldehídos alifáticos con 27,8% y 17,1%, respectivamente.

El siguiente grupo está conformado por las cetonas y los aldehídos alifáticos, que presentan en conjunto aromas dulces, caramelos y tostados, de los cuales se identificaron, en todas las muestras de café tostado y molido, el 2- y 3-metil butanal, 2-butanona, 2,3-butanodiona, 2,3-pentanodiona, entre otros. Estos compuestos carbonílicos y otros, relacionados estructuralmente, han sido reportados como componentes "clásicos" en el aroma del café.

De los 122 compuestos identificados, se seleccionaron 16 compuestos teniendo como criterio principal su importancia en el aroma del café tostado y molido, y como secundario el hecho que no se encuentren correlacionados estadísticamente. Con estos compuestos (Tabla 55), se logró tener un modelo que permite determinar la altura de siembra del cultivo. Adicionalmente, se analizaron con las funciones discriminantes de Fisher, y se encontraron los coeficientes de la función de clasificación para el modelo.

Con estos coeficientes se diseñó un software para calcular la altura de siembra del cultivo, en el cual se incorporan los datos de área bajo la curva de los compuestos y se determina con una aproximación del 90%, la altura de siembra del cultivo (Figura 41).

Compuestos seleccionados para el modelo de grado de tostión. De los 122 compuestos identificados, se seleccionaron nueve de ellos, y se realizó un análisis de red neuronal tipo perceptron de dos capas, el cual permite sincronizar estos nueve compuestos en una red, en la cual se determina un modelo matemático que permite optimizar, para este caso, el grado de tostión de la muestra, dando como resultado una confiabilidad del modelo del 97% (Figura 42).

Otro tipo de análisis que se utilizó para calcular el grado de tostión fue el valor de color. Para este caso existe una correlación lineal con la raíz cuadrada, la cual indica que el modelo explica el 92,7% de la variabilidad en porcentaje de tostación (Figura 43). El coeficiente de correlación es igual a 0,97, e indica una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 24,38, valor que puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones. El modelo matemático es:

$$\% \text{tostión} = \sqrt{(518.17 + 1.01318 \times \text{Color})}$$

Construcción e implementación de firmas espectrales en café. Se desarrolló una metodología para tomar firmas espectrales de café en diferentes edades de plantación y de nueve progenies diferentes, con el fin de construir una biblioteca de firmas espectrales de café, para posteriormente incorporarlos a un software de análisis de imágenes para la identificación de cultivos de café mediante sensores remotos. La primera fase del proyecto consistió en poner a punto el equipo para tomar las firmas espectrales, la segunda fase fue la toma de datos en el campo y su análisis estadístico.

Se tomaron tres edades de la plantación, cada una con nueve progenies diferentes, se obtuvieron las medias de las firmas espectrales por progenie, para cada edad, y las medias de todas las progenies por edades. De acuerdo a la literatura consultada, por las características de las plantas trabajadas, la firma espectral de las mismas es muy similar, por lo cual el análisis de los datos debe de ser cuantitativo, por lo que se utilizaron las métricas matemáticas D y Theta, las cuales miden la magnitud y la forma del espectro.

Tabla 54. Disminución en la progenie de las brocas que sobrevivieron los tratamientos asperjados con el hongo *Beauveria bassiana* con respecto a un testigo sin aspersión.

Tratamiento	Total huevos	Total larvas	Total F1(H+L)	Población comparada con testigo (%)	Disminución en la población (%)
Formulación Comercial	*16	*23	*39	13,60	86
9205	*30	*35	*65	22,66	77
Mezcla	*14	*19	*33	11,50	90
Testigo	138	149	287		

Tabla 55. Compuesto volátiles del café tostado y molido seleccionados por su discriminación con respecto a la altitud del cultivo.

Número	Compuesto	Atributo Sensorial
5	Methanethiol	Sulfurado, dulce
6	Acetaldehyde	Acrido, fresco
9	Dimethyl Sulfide	Sulfuroso, tierra
12	Propanal	
14	Propanal, 2-methyl-	Verde, acrido
17	methyl Acetate	Frutal, etéreo
33	2,4 Dimethylfuran	
45	2,3-Pentanedione	Amargo
63	Pyridine	Nuez, café
65	3-Methyl butanol	Amargo, chocolate
69	Pyrazine	Penetrante, dulce, café, cereal
73	3-Buten-1-ol, 3-methyl-	
81	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	Cocoa, nuez tostada
85	Pyrazine, 2,3-dimethyl-	Caramelo, cocoa
99	Acetic acid	Penetrante, picante,
121	2-Furanmethanol	Azúcar cocinada

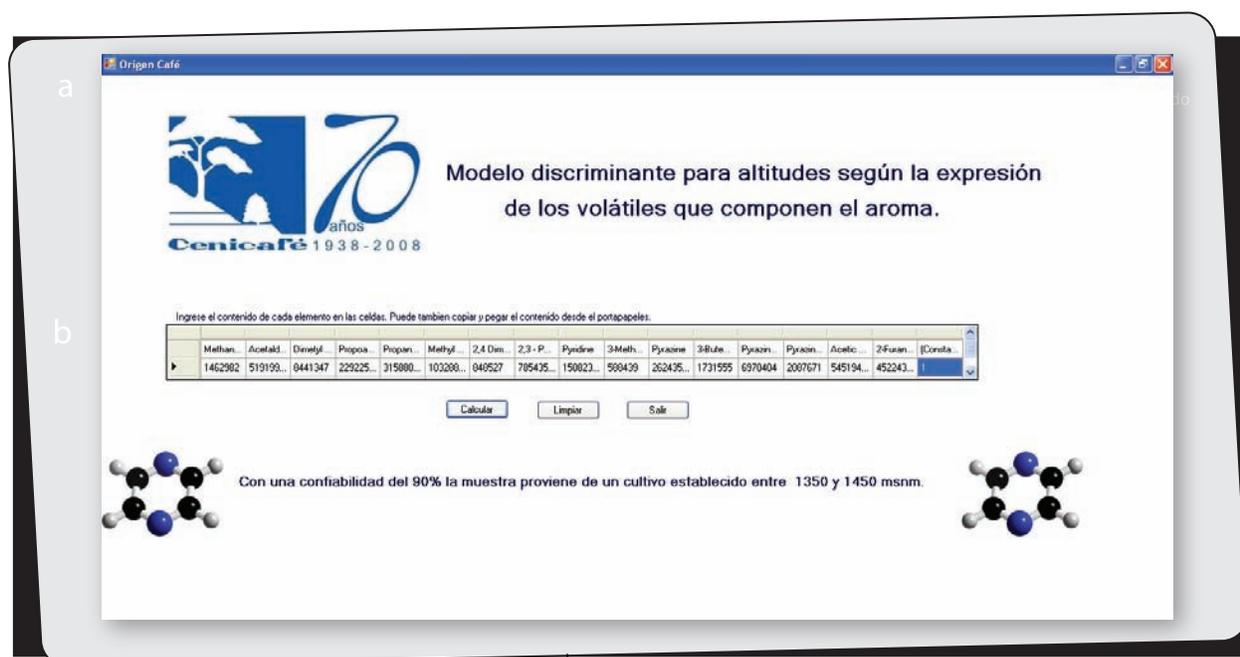


Figura 41. Esquema del modelo discriminante para altitud a partir de compuestos volátiles.

Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis de trabajo y, por lo tanto, es posible discriminar plantas

de café de diferentes edades y progenies, a través de su firma espectral (Figura 44).

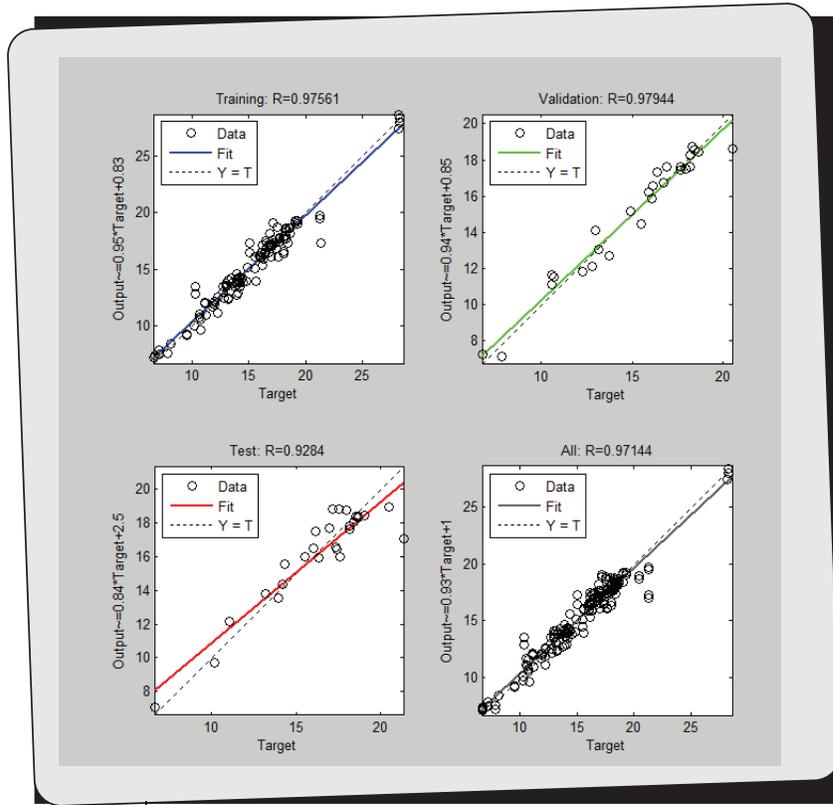


Figura 42. Resultado de la red neuronal de doble capa para determinar el grado de tostión por medio de compuestos volátiles.

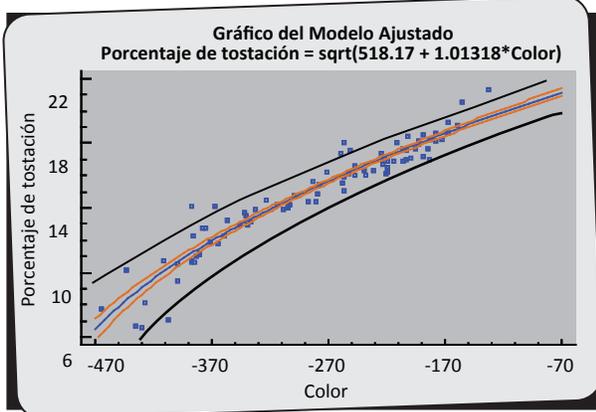


Figura 43. Gráfica del modelo para calcular el grado de tostión con el color del café tostado y molido.

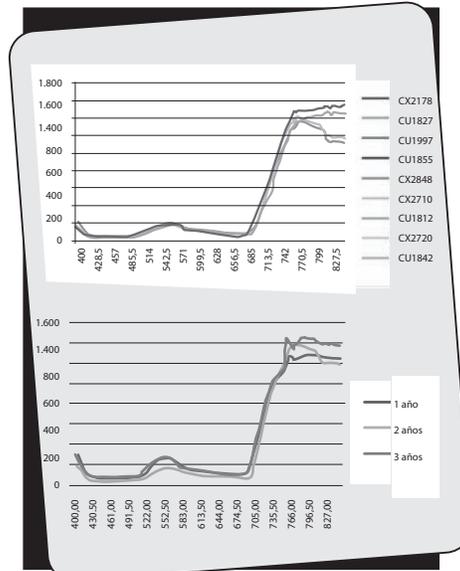


Figura 44. Promedio de la firma espectral de todas las progenies para cada edad.

VII. TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS PARA LA COSECHA Y BENEFICIO DEL CAFÉ

Tecnología para el desplazamiento de un equipo para la cosecha mecanizada del café en terrenos de alta pendiente. ING0152. Se desarrolló un sistema de control de verticalidad de péndulo, giroscopio y amortiguador, que trabajó confiablemente en condiciones de laboratorio. El sistema posee además de los circuitos electrónicos desarrollados para manipulación de las señales, un controlador electrónico y un actuador electromecánico. Como patrón de comparación se utilizó el rastreo de marcas con ayuda de la visión artificial. Con estos resultados se puede pasar al siguiente paso, que consiste en la implementación del mismo control de verticalidad en el modelo real.

Analizador óptico para frutos de café. ING0155. Para el acondicionamiento y dosificación individual de frutos, se diseñaron, construyeron y evaluaron, tres dispositivos, conformados por un separador hidráulico de tolva y tornillo sinfin, encargado de retirar los frutos y materiales de menor densidad que la del agua, un sistema de doble banda separadora de frutos en racimos y para alimentar individualmente los frutos se evaluó un dispositivo conformado por una banda horizontal con perforaciones circulares de 2,5 cm, que reciben los frutos provenientes del separador de racimos y los dosifica individualmente al sistema de identificación y eyección de la máquina.

Se diseñó un analizador óptico capaz de identificar cinco estados de maduración de los frutos de café,



Figura 45. Máquina para separar frutos de café en cinco estados de desarrollo, diseñada y construida en Cenicafé.

a razón de 50 frutos por segundo. El desarrollo de este dispositivo, se realizó en varias etapas: diseño, construcción calibración, puesta a punto y evaluación. A lo largo de los dos años de investigación se superaron inconvenientes presentados en visión artificial y en el procesamiento de datos en tiempo real, que permitieron finalmente al analizador óptico tomar al menos cinco imágenes a un fruto de café, en un tiempo aproximado de 10 ms, analizar la información adquirida por medio de un sensor de color y definir por medio de un algoritmo de identificación el estado de maduración de un fruto de café. Además, el algoritmo de identificación tiene una respuesta confiable, no es sensible a los cambios tenues de iluminación ni a la distancia entre el fruto y la lente del sistema de visión. En la Figura 45 se presenta el equipo completo construido, con capacidad para procesar aproximadamente 300 kg/h de café cereza, que será evaluado y ajustado en su diseño y operación hasta obtener los resultados esperados en clasificación.

Divulgación y Transferencia



I. DOCUMENTACIÓN

Dentro de los principales objetivos del Centro de Documentación está el de abrir camino para acceder a los beneficios que la ciencia y la tecnología ponen a nuestro servicio, para facilitar los procesos y las tareas del área. Para ello se adquirieron y procesaron 1.363 documentos; de los cuales 181 correspondieron a libros, 1.146 a revistas y 36 folletos.

Como medio adicional para enriquecer bibliográficamente la Biblioteca, durante esta vigencia se recibieron por canje y donación 341 publicaciones periódicas y 183 documentos entre libros, folletos, etc., igualmente por compra llegaron 990 publicaciones periódicas y 34 libros.

Para los programas de DSI (divulgación selectiva de información) se han realizado 24 exposiciones en la sala de consultas del Centro de Documentación, en las cuales se exhibieron 36 revistas sobre café, 181 libros técnicos, 36 folletos y 1.146 revistas. A través de la página web se publicaron quincenalmente 24 boletines electrónicos de últimas adquisiciones, 24 resúmenes de café y 24 ediciones del libro de la quincena.

Se atendieron 3.3694 usuarios, que consultaron 5.030 documentos y realizaron un total de 2.363 préstamos en sala. Se tuvo un total de 530 visitantes en línea a las bases de datos los cuales realizaron 3.765 consultas.

Para Cenicafé fue un logro que Colciencias incluyera el Centro de Documentación dentro del consorcio que viene liderando para que las bibliotecas universitarias tengan acceso a la base de datos Science Direct, con lo cual se incrementa el número de publicaciones periódicas a las que tienen acceso los investigadores.

Para los programas de DSI (divulgación selectiva de información) en las secciones de Boletines quincenales y Resúmenes de café se están incluyendo además de los artículos seleccionados, las Tablas de contenido de las publicaciones periódicas, con el propósito de que los investigadores se enteren de los contenidos de las mismas desde sus sitios de trabajo y si encuentran un tema de interés, que no haya sido seleccionado, lo puedan buscar y recomendar su inclusión en la base de datos correspondiente.

II. SISTEMAS

Sistema de Gestión Administrativa y Técnica de Proyectos e Investigaciones SIGA. Este sistema permite al investigador realizar un seguimiento a las actividades de trámite de una investigación, realizar una consulta avanzada de los bancos de perfiles e investigaciones y realizar la formulación asistida de perfiles e investigaciones (Figuras 46 a la 48). Esta última actividad que había sido delegada a la disciplina, retorna nuevamente a las manos de los investigadores, quienes continuarán registrando sus perfiles e investigaciones en formularios totalmente 'digitales' o 'virtuales'.

www.cenicafe.org. Se desarrolló un módulo de diagnóstico fitosanitario web, el cual permite obtener un diagnóstico preliminar de la enfermedad, sus síntomas, la prevención y el tratamiento, dadas la etapa de cultivo, el órgano de la planta y la descripción física/apariencia de la enfermedad (Figura 49). Actualmente, contiene 72 diagnósticos para 33 enfermedades, y próximamente se espera incluir otros desordenes fisiológicos.

Aplicación para el Reporte e Interpretación de Análisis de Suelos para Café - SIASCafé. Este software reemplazará al RIAFS del año 1992. Los cambios se realizaron con base en las recomendaciones contenidas en el Boletín Técnico No. 32 del 2008, Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia (Figura 50).



Figura 46. Diagrama de Trámite actual de los proyectos de investigación.

▪ Adquisiciones y mejoras en infraestructura de red

Enrutador de Servicios Integrados Cisco 3845. Este equipo nos proporciona la conectividad transparente hacia las Redes Académicas e Internet mediante el empleo del protocolo BGP.

Adaptive Security Appliance Cisco ASA 5520. Equipo que integra los siguientes servicios: Firewall, IDS, IPS, VPN SSL, VPN IPsec.

Con este equipo podremos crear varias redes a saber:

- Red Internet
- Red Corporativa
- Zona Desmilitarizada
- Zona Militarizada (Zona de servidores)

Cada una de estas redes tendrá su sistema de seguridad y filtros, para evitar accesos no permitidos del exterior hacia las redes anteriormente descritas.

Ampliación Ancho de Banda. En los acuerdos que RADAR, la Red Académica Regional a la cual pertenecemos, tenía con el proveedor de Servicio Telefónica Telecom, estaba uno que estipulaba que si no se procedía a una renegociación en el costo del Mb/s del canal de comunicaciones, dicha firma nos duplicaría el canal. De esta forma pasamos de 2 Mb/s a 5 Mb/s.

Instalación de WebFilter. En vista del resultado obtenido con el Análisis y Monitoreo de la Red de Área Local, se procedió a instalar un WebFilter. Éste se instaló sobre una máquina Dell Precision Workstation 380, en vista de los requerimientos que debe tener la máquina:

Procesador	Dos o más núcleos
Memoria	más de 2 GB
Disco	80 GB
Tarjetas de Red	2

Cabe mencionar que inmediatamente se sintieron cambios en el canal de comunicaciones y tareas tales como el acceso a la Terminal Empresarial del Banco Cafetero que se había visto muy impactada, mostró un desempeño adecuado.

III. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Impresos. Durante la vigencia del 2009 se publicó la Revista Cenicafé Volumen 59 Números 3 y 4 y Volumen 60 Número 1 y los Avances Técnicos 376 al 386, los cuales están disponibles en formato físico y en digital en la página web de Cenicafé.

También se publicaron los Boletines Técnicos Nos. 32, 33 y 34, relacionados con la nutrición y fertilización de cafetales, la biodiversidad en los paisajes cafeteros de El Cairo (Valle del Cauca) y el Modelo para simular la producción potencial del cultivo del café en Colombia. Este año nuevamente se entregó el Anuario Meteorológico Cafetero 2007 en formato digital. Se diseñó la Biocarta No 13: La reinita cerúlea: una especie que depende del café y del carbón. Se publicó el Informe Anual de Actividades de Cenicafé 2008, y se editó y diseñó el libro de las Memorias del Seminario Científico “Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI”.

Así mismo, se diseñaron diez afiches de las “Buenas prácticas para la mejora continua de la empresa cafetera”, los afiches de calibración y mantenimiento de aspersoras, mantenimiento de guadañas y motosierras, manejo de equipos de aspersión, manejo de guadañas y motosierras, manejo de selector, diseño del mantenimiento del beneficiadero y seguridad en el manejo de productos agroquímicos, y los afiches de la III Cumbre de la reinita cerúlea y de la reinita Alidorada, entre otros.

Cenicafé también colaboró con el diseño de la imagen de la Feria de Cafés Especiales del 2010, así como con el diseño de los afiches, plegables y tarjetas de invitación.

Relaciones públicas. En este período se atendieron 3.105 visitantes en las instalaciones de Cenicafé en Chinchiná, entre los que se resalta la asistencia de:

Caficultores y Extensionistas	1626
Estudiantes	456
Extranjeros	199
Particulares	66

Servicios de comunicación. En este período, se generaron 248 sesiones fotográficas en estudio, laboratorios y campo, atendiendo a 117 solicitudes realizadas por los investigadores y destinadas para las diferentes publicaciones del Centro y al Banco de Imágenes.

Distribución de publicaciones. Durante este período las publicaciones de Cenicafé se distribuyeron así:

Cursos y eventos de capacitación. Durante el 2009 se dictaron dos talleres y 37 reuniones técnicas con extensionistas y caficultores. Se dictaron ocho cursos y talleres, y se apoyó en la realización de un día de campo.

Tabla 56. Publicaciones distribuidas.

Publicación	Cantidad distribuida
Avances Técnicos: Nos. 376 al 384	117.000 *
Revista Cenicafé Vol. 59 (1) a 59 (4)	13.800
Boletín Técnico No. 34	3.450
Biocarta No. 13	1.200
Anuario meteorológico Cafetero 2007	539
Resúmenes del informe anual de actividades 2008	1.500
Libro "Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana"	900

(*) A la mayoría de las UMATAS se les envía más de un ejemplar de Avances Técnicos

IV. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

Para esta vigencia se ingresaron a la base de datos Cenic 249 productos, presentándose un incremento de 51 registros con respecto al año anterior.

Distribución de productos en las últimas tres vigencias:

Productos de investigación:

PRODUCTO	2009
Ponencias	68
Artículos revista Cenicafé	19
Seminarios	42
Artículos revista extranjera	9
Tesis pregrado	7
Avances técnicos	9
Artículos revistas nacionales	14
Tesis maestría	2
Informes	5
Poster	13
Folletos	10
Capítulo de libro	37
Libros	1
Conferencias	1
Biocarta	1
Boletín Técnico	3
Anuario	1
Tesis doctorado	1
Trabajo especialización	1
Patentes	5
Norma técnica	0
TOTAL	249

Productos de investigación por disciplinas:

DISCIPLINA	POC	ARC	SEM	TES	ARE	AVT	ARN	INF	TESM	CAP	POS	FLL	LIB	CONF	BIC	TESE	TESD	BOT	ANU	TOTAL
ACL			1	1	1			4											1	8
BDC	3		1	3	1	1					1	1	1	1	1			1		14
BIO		1	1															1		3
DIR			2				1													3
ECO		3																		3
ENT	20	2	7		1	2	3			36	1	1	1							70
ETI	2		3								11	6								22
EXP		2				1														3
FIS			1						1											2
FIT	2					1														3
ING	7	4	6	1	1	2	2		1	1										25
MEG	8		2		3		4													17
PAT	12		9	1	2		3					1								28
CAL	4	1				1		1		1							1			9
SUE	10	6	2	1		1						1				1		1		23
TOTAL	68	19	35	7	9	9	13	5	2	38	13	10	1	1	1	1	1	3	1	233

POC Ponencias; ARC Artículos revista Cenicafé; SEM Seminarios; TES Artículos revista extranjera; ARE Tesis pregrado; AVT Avances técnicos; ARN Artículos revistas nacionales; INF Informes; TISM Tesis maestría; CAP Capítulo de libro; POS Pósteres; FLL Folletos; LIB Libros; CONF Conferencias; BIC Biocarta; TESE Trabajo especialización; TESD Tesis doctorado; BOT Boletín Técnico; ANU Anuario

Anuarios

GUZMÁN M., O.; JARAMILLO R., A.; BALDIÓN R., J.V. Anuario meteorológico cafetero 2007. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 564 p.

Resumen: Se presentan los registros climáticos correspondientes a las observaciones meteorológicas obtenidas durante el año 2007, en la red de estaciones que posee la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia a lo largo y ancho de la zona cafetera colombiana.

Revista Cenicafé 59(3)

PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de mezclas preparadas con granos de *Coffea arabica* L. y *C. Canephora*. Cenicafé 59(3):183-203 2008. 22 Refs.

Resumen: Mediante la catación, el pH, la acidez medida por titulación y los sólidos solubles se evaluó la calidad de *C. arabica* variedades Caturra, Típica, Borbón y Colombia sin mezclar y mezcladas con la variedad Robusta, en proporciones del 2 al 50% en peso, y tostadas en grado medio a diferentes pérdidas de peso. Para las variedades Arábica, a mayor grado de tostación, el amargo se intensifica y la acidez disminuye. Por el contrario, el grado de tostación no tiene efecto significativo en el aroma, el amargo y la impresión global de la bebida del café Robusta. El método sensorial resultó suficiente y confiable para diferenciar entre las bebidas de Arábica y Robusta al 100% y en las mezclas se identificó Robusta a partir del 5%, por la disminución en la acidez sensorial, a partir del 10% por la intensificación del amargo y del cuerpo y por la disminución en la impresión global, a partir del 20% por la diferencia en los aromas, y por encima del 35% por la variación de los sólidos y del pH. Para diferenciar mezclas con contenidos menores al 10% de Robusta es necesario medir otros compuestos químicos. No obstante, un control sistemático en el recibo y manejo del café, mediante la trazabilidad por parte de los productores, comerciantes, exportadores e importadores, garantizará la calidad del café de Colombia.

CARDONA Q., Y.P.; OLIVEROS T., C.E.; ARIAS M., D.F.; DEVIA C., A.; ARCILA P., J.; ÁLVAREZ M., F.

Caracterización de la rugosidad de frutos del café variedad Colombia en dos estados de desarrollo. Cenicafé 59(3):204-213 2008. 21 Refs.

Resumen: Se determinó la rugosidad media (Ra) y cuadrática media (Rms), de área y de línea, del epicarpio del fruto de café variedad Colombia, en los estados de desarrollo verde y maduro. Se determinaron también las dimensiones y la densidad de las células que forman el epicarpio. Las rugosidades medias de área para el fruto maduro y verde fueron 0,13 y 0,32 μm , respectivamente, y la Rms de área para el fruto maduro y verde fueron 0,16 y 0,40 μm , respectivamente. Las rugosidades medias de línea para el fruto maduro y verde fueron 0,11 y 0,28 μm ; la Rms de línea para el fruto maduro y verde fueron 0,14 y 0,35 μm , respectivamente. Se encontró que cada estado de desarrollo posee rangos de rugosidad diferenciados, sin presentarse traslape de los datos, diferenciándose un rango entre estados. Las células poseen forma elipsoidal con promedios del diámetro mayor de 21,35 μm , del diámetro menor de 11,37 μm y del área de 194,62 μm^2 . El número de células por cada 3.600 μm^2 fue de 15, por lo tanto, la densidad de las células fue 4.206 células/mm².

PABÓN U., J.P.; SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E. Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental. Cenicafé 59(3):214-226 2008. 8 Refs.

Resumen: Para determinar el efecto en términos de calidad y contaminación, de almacenar café (*Coffea arabica* L., variedad Castillo) desmucilaginado mecánicamente antes del inicio del secado, se evaluaron tres tratamientos: desmucilaginado y secado inmediato (tratamiento 1), desmucilaginado y almacenamiento con agua (tratamiento 2) y desmucilaginado y almacenamiento sin agua (tratamiento 3). El almacenamiento de los tratamientos 2 y 3 se realizó durante 12 a 14 horas (una noche). El análisis se realizó bajo el diseño experimental completamente aleatorio, con 12 repeticiones, y unidad experimental de 100 kg de frutos de café. El análisis de varianza no mostró efecto de tratamientos para el porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a 7 en impresión global, ni para la variable factor de rendimiento, con valores estadísticamente iguales en los tres tratamientos. En la variable DQO del tratamiento 1, se generaron 12,1 g DQO/kg cc,

* Información tomada de la base de datos del Centro de Documentación

mientras que en los tratamientos 2 y 3 se presentan contaminaciones adicionales de 2,53 y 1,16 g DQO/kg cc, respectivamente.

TABARES C., J.E.; VILLALBA G., D.A.; BUSTILLO P., A.E.; VALLEJO E., L.F. Eficacia de insecticidas para el control de la broca del café usando diferentes equipos de aspersión. Cenicafé 59(3):227-237 2008. 22 Refs.

Resumen: Se evaluó la eficacia de los insecticidas fentoato, fenitrothion y clorpirifos a una dosis de 0,3 cc/árbol de producto comercial en el control de la broca del café, usando diferentes equipos de aspersión bajo condiciones de infestación inducida y natural de frutos de café. Los equipos de espalda evaluados fueron: de palanca (P) Royal Cóndor- presión previa retenida (PPR), Triunfo 40-100-10, PPR con aguilón vertical (PPR+AV) Triunfo 40-100-10, motorizado de espalda (ME) Maruyama MS056 y semiestacionario (SE) Maruyama MS 253. Se seleccionaron lotes de Variedad Castillo© de cuatro años, sembrados a 1 x 1 m. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorio en arreglo factorial. La mortalidad se evaluó a los 8 días de aplicados los tratamientos, tomando una muestra de 100 frutos infestados por parcela y disecando los frutos para registrar el número de brocas vivas y muertas. La infestación natural varió en las parcelas entre 3,1 y 10,2% y la artificial entre 88,4 y 98,5%. La mortalidad causada por los insecticidas, en la infestación natural, varió entre 77,4 y 82,6%; mientras que la infestación artificial estuvo entre 81,7 y 97,0%, con los diferentes equipos de aspersión. La mortalidad causada a la broca por los insecticidas no mostró diferencias estadísticas significativas ($P=0,05$) usando los diferentes equipos de aspersión. Sin embargo, los valores más altos de mortalidad se alcanzaron al utilizar los equipos PPR, SE y P.

RENDÓN S., J.R.; ARCILA P., J.; MONTOYA R., E.C. Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. Cenicafé 59(3):238-259 2008. 13 Refs.

Resumen: Se evaluó una metodología para estimar la producción de café con base en las floraciones. Se registraron los eventos de floración en dos períodos correspondientes a las cosechas del primer y segundo semestre, en cuatro lotes comerciales de café variedad Colombia. Para los registros por cada evento se aplicaron simultáneamente dos métodos de muestreo: por surcos y aleatorio. El registro de

la floración en cada árbol seleccionado consistió en tomar la rama con el mayor número de botones en estado de preantesis, para hacer el conteo de éstos y del número de ramas con botones en este estado. También se evaluó el porcentaje de cuajamiento, el peso por cereza y se registró la producción observada en kilogramos de café cereza. Con la información se estimó el porcentaje de árboles con flores, total de flores, porcentaje de floración y la producción. En la estimación de la proporción de árboles con flores se presentaron errores absolutos por debajo del 5%; el promedio del error relativo para la estimación del número de flores fue del 13% para las floraciones correspondientes a la cosecha de mitaca y del 13,7% para la cosecha principal. Los errores para producción fueron =20%, en el 44,1% de los eventos según el método de muestreo por surcos, y en el 35,29% de los eventos según el método de muestreo aleatorio. El tamaño mínimo de muestra para estimar el número promedio de flores por árbol/lote es de 250 árboles, para un error relativo menor del 20%.

MEDINA R., R.D.; MONTOYA R., E.C.; JARAMILLO R., A. Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia. Cenicafé 59(3):260-273 2008. 5 Refs.

Resumen: Las observaciones de lluvia que se registran en la red meteorológica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), son parte fundamental para la realización de estudios, investigaciones y actividades de seguimiento, que sirven para fundamentar la toma de decisiones en materia de recursos, costos de producción y política ambiental. En ocasiones, no se cuenta con información completa, debido a situaciones como equipos no calibrados, deterioro en unidades de medición, mediciones inoportunas o deficiencias en el procedimiento mismo de la observación y la medición, entre otros. Con el fin de tener series históricas completas de lluvia, se propuso un método de estimación de datos faltantes, de fácil aplicación, fundamentado y validado estadísticamente, basado en series de datos de precipitación acumulada por ciclos en períodos de tiempo mensuales, agrupados de acuerdo a la condición de El Niño, La Niña y Neutro. Con el método propuesto, el error de estimación relativo no superó el 30%, cuando se tienen hasta cuatro datos faltantes, independientemente de la condición, además, la estimación de datos faltantes, se ajusta a las características propias de cada estación

y su estimación depende única y exclusivamente de su historia.

Revista Cenicafé 59(4)

LÓPEZ F., H.A.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. Aroandes una tecnología para la cosecha manual de café con alta calidad. *Cenicafé 59(4):283-294 2008. 4 Refs.*

Resumen: La implementación de la tecnología de cosecha "Aroandes III" para realizar recolección de café con alta calidad, permitió observar ventajas en relación con la cosecha tradicional, debido a que aumenta el café cosechado hasta en un 55,6%, se reducen las pérdidas de café por caída hasta en un 36,9%, se dejan 41,7% menos frutos sin cosechar y se mejora la calidad de los frutos cosechados. Recolectando café con Aroandes III se posibilita el establecimiento de nuevas estrategias de pago, en las cuales el caficultor puede reducir sus costos de producción y mejorar los ingresos del recolector. Adicionalmente, la forma de transporte en la espalda, facilita el desplazamiento, mejora la visibilidad y disminuye la fatiga.

DÍAZ M., C.; SADEGHIAN K., S.; MORALES L., C.S. Cambios químicos ocasionados por enclamiento y uso de lombrinaza en la etapa de almácigo del café. *Cenicafé 59(4):295-309 2008. 32 Refs.*

Resumen: El enclamiento es la práctica más recomendada para el manejo de la acidez de los suelos. Para la etapa de almácigo de café se determinó el efecto del enclamiento y el uso de la lombrinaza sobre la acidez y los contenidos de calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P), en cinco suelos de la zona cafetera colombiana. Se evaluaron 20 tratamientos, resultantes de la combinación de dos niveles del abono orgánico (con y sin), dos fuentes (cal agrícola-CA y escorias Thomas-ET) y cuatro dosis de cal (1,19; 2,38; 4,76 y 9,52 g de CaO por bolsa de 2.000 cc), además de un testigo sin cal y otro con P, en cada nivel de lombrinaza. Un mes después de mezclar las cales con el suelo se adicionó la lombrinaza y se sembraron las plántulas. El efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas se evaluó uno y siete meses después de aplicar la cal al suelo. El enclamiento con las dos fuentes aumentó el pH y el Ca^{2+} en todos los suelos, mientras que el aluminio intercambiable (Al^{3+}) disminuyó por debajo de $1 \text{ cmol}_{(+)}. \text{kg}^{-1}$; el P se

incrementó al utilizar ET y el Mg^{2+} al emplear CA. El uso de lombrinaza disminuyó la acidez del suelo y el contenido de Al^{3+} . El efecto de las dosis de cal sobre las características evaluadas presentó algunas variaciones de acuerdo con el tipo de suelo.

GONZÁLEZ O., H.; SADEGHIAN K., S.; ZAPATA H., R.D.; MEJÍA M., B. Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de caldas. *Cenicafé 59(4):310-320 2008. 41 Refs.*

Resumen: La materia orgánica y sus componentes constituyen un importante indicador de la productividad de los suelos, por tal razón se efectuó un fraccionamiento de la misma, consistente en cuantificar el carbono (C) de los ácidos húmicos (AH) y fúlvicos (AF), en suelos de la zona cafetera de Caldas, contrastantes por su material parental (MP) y pertenecientes a las unidades cartográficas Chinchiná (MP cenizas volcánicas), Guamal (sedimentario), Doscientos (ígneo), Tablazo (metamórfico), Maiba (ígneo) y Cascarero (metamórfico). Se realizó un muestreo en 40 cafetales, 20 a libre exposición solar y 20 con sombrío de guamo, a dos profundidades: 0 a 15 cm y entre 15 y 30 cm. Los AH y AF se aislaron y se purificaron mediante el método de la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas. No hubo diferencias en el contenido del C de AH entre las unidades de suelo. Al comparar los agroecosistemas dentro de cada unidad, no hubo diferencias en el contenidos de C de AH, a excepción de las unidades Guamal y Doscientos, en donde los promedios para cafetales con sombrío fueron mayores a los cafetales a libre exposición. La concentración de C de los AF fue igual entre las unidades y agroecosistemas, con promedios equivalentes al 10,2% del C de los AH. No hubo relación entre el C de los AH con el P, K, Ca, Mg, S ni Al. Respecto al C de AF, se presentó correlación significativa con la CIC.

ARISTIZÁBAL A., C.; DUQUE O., H. Identificación de los patrones de consumo en fincas de economía campesina de la zona cafetera central de Colombia. *Cenicafé 59(4):321-342 2008. 12 Refs.*

Resumen: Se identificaron los patrones de consumo en fincas de economía campesina de la zona central cafetera colombiana. El trabajo se desarrolló en la zona rural del municipio de Manizales, durante abril de 2005 y marzo de 2006, se visitaron periódicamente 36 fincas, distribuidas en siete veredas, en cada visita se tomó información y se construyeron bases

de datos que posteriormente se analizaron en SAS. El 85% de los que productores que tomaban las decisiones sobre compra de insumos y gastos del hogar eran de género masculino, con una experiencia promedio de 36 años en el cultivo del café. El nivel de escolaridad fue primaria completa y el promedio de la composición familiar de 4,6 miembros. El patrón de consumo lo conforman dos grandes grupos: la canasta familiar y los gastos de insumos para producción. El primero, para una familia típica está conformado por los servicios públicos, alimentación, transporte, educación, salud, prendas de vestir, reparaciones del hogar y electrodomésticos, diversión, esparcimiento y juegos de azar. El segundo lo constituyen los insumos usados en los procesos productivos y el pago de la mano de obra contratada.

ARISTIZÁBAL A., C.; DUQUE O., H. Identificación de los patrones de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia. Cenicafé 59(4):343-360 2008. 10 Refs.

Resumen: Se identificaron los patrones de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera colombiana. El trabajo se desarrolló en la zona rural del municipio de Manizales, durante abril de 2005 y marzo de 2006, se visitaron periódicamente 36 fincas distribuidas en siete veredas y en cada visita se tomó información y se construyeron bases de datos que posteriormente se analizaron en SAS. Los sistemas de producción encontrados fueron cuatro: sistema de cultivo (100%), sistema de transformación o producción de origen animal (67%), sistema de crianza o producción animal (69%) y actividades no agrícolas (100%). Los principales usos de estos sistemas fueron autoconsumo y venta, lo que indica un ingreso diversificado; sin embargo, el café es uno de los productos más importantes en la renta de estas familias, el 94% recibieron por este cultivo el 46% de su ingreso total, durante el año 2005. La función econométrica de ingreso confirma el impacto considerable de la variable ingresos por café con una elasticidad parcial de 0,6287.

GARCÍA L., J. C. Producción de la variedad tabi con tres frecuencias de poda de *Erythrina fusca* como sombrío y tres niveles de fertilización. Cenicafé 59(4):361-373 2008. 14 Refs.

Resumen: Para evaluar el efecto de la frecuencia de la poda del sombrío de *Erythrina fusca* sobre la producción de café variedad Tabi con diferentes

niveles de fertilización, se desarrolló un experimento en la Sierra Nevada de Santa Marta, en Pueblo Bello, Cesar. Se evaluaron nueve tratamientos resultado de la combinación de tres frecuencias de la poda anual de *Erythrina* sp. (cuatro, dos y una) y tres niveles de fertilización del café (0, 50, 100% de la recomendación del análisis de suelos), en un diseño de parcelas divididas. El análisis de covarianza con la variable producción acumulada no mostró efectos de la interacción (poda*fertilización), ni de la frecuencia de la poda, pero sí de la fertilización con el 100% del fertilizante. No hubo efecto de los tratamientos sobre la relación café cereza a pergamino seco. La cantidad de biomasa total acumulada de *Erythrina* sp. tuvo una respuesta lineal a la poda y los máximos aportes en la frecuencia de una poda al año con valores de 3,5 t.ha⁻¹. año⁻¹ de materia seca. La respuesta a la fertilización fue de tipo lineal para Mg, Al y pH, y cuadrática para Ca.

Revista Cenicafé 60(1)

SADEGHIAN K., S. Calibración de análisis de suelo para N P K y Mg en cafetales al sol y bajo semisombra. Cenicafé (Colombia) 60(1):7-24. 2009. 43 Refs.

Resumen: La fertilidad del suelo y el sistema de producción se consideran dos factores determinantes en la respuesta de los cultivos al suministro de nutrientes. Con el propósito de calibrar los resultados de análisis de suelos para café, se determinó el efecto de la fertilización con N, P, K y Mg en 32 plantaciones tecnificadas, 20 al sol y 12 bajo semisombra, ubicadas en 25 municipios de Colombia. Se evaluó un testigo con los cuatro elementos y cuatro tratamientos que se definieron con base en el criterio del elemento faltante. Se empleó el modelo lineal-discontinuo para determinar el nivel crítico y el modelo lineal-plateau para el nivel de suficiencia. La producción de los cafetales al sol fue mayor que bajo semisombra, comportamiento que se relacionó con el efecto de la sombra y la densidad de siembra. Los niveles críticos y de suficiencia presentaron algunas variaciones a través del tiempo, y en general fueron similares para los dos sistemas. El N fue el elemento más limitante en la producción y su efecto en el rendimiento se explicó por el contenido de la materia orgánica del suelo por medio de una función cuadrática, con un punto de inflexión promedio de 18%. Los niveles críticos para P, K y Mg presentaron los siguientes rangos: 11-21 mg.kg⁻¹, 0,20-0,30 cmol₍₊₎.kg⁻¹ y 0,20-0,50 cmol₍₊₎.kg⁻¹, respectivamente. El nivel de suficiencia para P osciló

entre 30,1 y 32,5 mg.kg⁻¹, y el de K entre 0,43 y 0,48 cmol₍₊₎.kg⁻¹, para Mg no fue posible determinar este valor.

GONZÁLEZ O., H.; ZAPATA H., R.D.; SADEGHIAN K., S. Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de Caldas. Cenicafé 60(1):25-40. 2009. 43 Refs.

Resumen: Los ácidos húmicos (AH) comprenden una serie de polímeros formados a partir de la unión aleatoria de compuestos orgánicos de diferente tamaño y peso molecular. El estudio de su madurez o humidificación permite dilucidar cuáles grupos funcionales predominan e inferir sobre algunas características físicas, químicas y morfológicas del suelo en las que pueden participar. En el presente estudio se evaluó el grado de humificación de los AH en suelos de la zona cafetera de Caldas, desarrollados a partir de diferente material parental (MP) y bajo dos condiciones de manejo. Se tomaron muestras en 20 cafetales a libre exposición solar y 20 en cafetales con sombrero de guamo, ubicados en suelos que corresponden a las unidades cartográficas Chinchiná (MP cenizas volcánicas), Guamal (rocas sedimentarias), Doscientos (rocas ígneas), Tablazo (rocas metamórficas), Maiba (rocas ígneas) y Cascarero (rocas metamórficas). Los AH se aislaron y se purificaron mediante la metodología de la Sociedad Internacional de las Sustancias Húmicas, y la humificación se evaluó por el método de Kumada. Independientemente del MP y del manejo del suelo, se encontraron AH tipo P lo que indica un estado de madurez medio. Dicha condición varió para los cafetales al sol de la unidad Guamal, en donde hubo humus tipo A, y solamente en algunos lotes de la unidad Cascarero se encontraron AH tipo Rp. El grado de humificación de los AH no explicó las variaciones en las variables físicas, químicas y morfológicas del suelo.

DÍAZ G., D.; RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; MORENO C., E.L. Cosecha de café con el equipo portátil STIHL SP-81 de actuadores oscilantes. Cenicafé 60(1):41-57. 2009. 12 Refs.

Resumen: En condiciones de la caficultura colombiana, se evaluó el equipo de cosecha portátil STIHL SP-81, producido comercialmente para la cosecha semi-mecanizada del café en otros países. Con el equipo se aplican vibroimpactos a las ramas y frutos, con un

actuador compuesto de dos juegos de cinco dedos, fabricados en poliamida reforzada, soportados en el extremo de una lanza y accionados por un motor de combustión interna de 0,95 kW. La primera fase se realizó en una finca del municipio del Líbano (Tolima), en el pico de la cosecha principal del 2006, en un lote de 2.000 árboles de variedad Caturra y Colombia, sembrado a 2,0 x 0,5 m, con promedios de carga y concentración de frutos maduros de 320 g/árbol y 33%, respectivamente. La segunda fase en la Subestación Experimental El Tambo (Cauca) en el pico de cosecha principal del 2007, en un lote de café variedad Colombia, sembrado a 2,0 x 1,0 m, con promedios de carga de 916 g/árbol y 60% concentración de frutos maduros. En la primera fase los resultados no fueron favorables a la tecnología, principalmente por el incremento en el costo unitario de recolección. En la segunda fase, sin repase manual adicional, se logró reducir el costo unitario en 41,4% e incrementar el rendimiento del operario en 102,5%, con relación a la cosecha manual. Con el equipo STIHL se recolectó café con 11,5 y 15,8% de frutos verdes, por lo cual se requiere separarlos en el beneficio para obtener café de alta calidad.

RAMÍREZ O., F.A.; HINCAPIE G., E.; SADEGHIAN K., S. Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del departamento de Caldas. Cenicafé 60(1):58-71. 2009. 27 Refs.

Resumen: La erodabilidad del suelo o factor K, es una descripción cuantitativa que indica la susceptibilidad del suelo a ser erosionado, es considerado como el factor más importante para la predicción de la erosión y refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferente tasa cuando los demás factores que afectan la erosión son los mismos. En este trabajo se determinó el factor K de los suelos pertenecientes a la zona cafetera central del departamento de Caldas, ubicada entre 4°55' a 5°42' latitud N y 75°45' a 75°20' longitud O. Se ubicaron 72 puntos de muestreo abarcando 14 unidades cartográficas de suelos, georeferenciados mediante el sistema de posicionamiento global. En cada punto se tomó una muestra de suelo de 10 kg, en los primeros 10 cm de profundidad, las cuales se llevaron a laboratorio para determinar en forma directa el factor K y mediante un simulador de lluvias de boquillas tipo Vee-jet 80100, se aplicó una intensidad de lluvia de 86 mm.h⁻¹ durante una hora. Se determinaron algunas propiedades del suelo y se correlacionaron con el

factor K. Los valores del factor K oscilaron entre 0,0008 y 0,0086 t.ha.h.MJ⁻¹.ha⁻¹.mm⁻¹. Se encontró correlación entre la erodabilidad y el diámetro ponderado medio ($r = -0,82^{**}$), la densidad aparente ($r = 0,54^*$) y la resistencia a la penetración ($r = -0,54^*$). Con los promedios de erodabilidad por unidad de suelo se construyó el respectivo mapa para la zona de estudio, apoyados con sistemas de información geográfica.

ACEVEDO B., F.E.; GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A.E.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P. Evaluación de marcadores físicos y moleculares como herramientas para el estudio de la dispersión de *Hypothenemus hampei*. Cenicafé 60(1):72-85. 2009. 24 Refs.

Resumen: Para realizar estudios de dispersión de la broca del café, se evaluó el efecto del pigmento fluorescente Day-glor sobre la mortalidad de la broca, la capacidad para emprender el vuelo y la retención sobre el cuerpo del insecto durante la penetración al fruto de café y bajo exposición simulada a la lluvia. Se diseñó el marcador molecular de ADN HhaSTS6 a partir de poblaciones de broca provenientes de Cesar y Nariño y se evaluó la presencia de éste en poblaciones de broca de la zona central cafetera y la segregación sobre una primera generación (F1). Los resultados muestran que el pigmento Day-glor ocasionó un porcentaje de mortalidad menor al 10%, con una retención mayor al 90% en brocas que perforaron el fruto y 100% en aquellas expuestas al agua lluvia. El marcador HhaSTS6 estuvo ausente en Caldas, Quindío y Risaralda, heredándose entre 73 y 100% en la F1. Se concluye que el pigmento Day-glor no es viable para marcar y monitorear adultos de broca en estudios de dispersión y el marcador molecular HhaSTS6 podría ser apropiado para realizar estudios de dispersión a través del tiempo en el campo.

SERNA G., C.A. Valoración contingent de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia. Cenicafé 60(1):86-104. 2009. 23 Refs.

Resumen: La valoración ambiental busca incrementar el valor tangible de los bienes ambientales; por la gran variedad de éstos no existe un mercado o no son valorados monetariamente. La realidad demuestra pérdidas de suelos, desastres naturales, riesgos ambientales e impactos económicos negativos. Con el fin de contribuir al conocimiento sobre el valor asignado por el caficultor a la erosión, siendo esta información para Colombia escasa, se planteó

conocer la disposición para invertir en el manejo y control de este problema bajo el método de valoración contingente. Se realizaron 228 encuestas en fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. El 75,4% de los encuestados estuvo dispuesto a invertir, de éstos el 58,8% indicó un valor de US\$ 160,93 ha.año⁻¹, promedio. El 16,6% no asumió cuantía monetaria, al condicionar la inversión a su capacidad económica, a la producción de la finca o que aportaría lo que fuera necesario para evitar o prevenir la erosión y el 24,6% no tuvo disposición para invertir. La erosión fue calificada muy importante o importante por el 70,5% de los encuestados, las pérdidas económicas consideradas altas o medias por el 54,9%, muy grave o grave por el 54%, y la intensidad muy severa o severa por el 12,4%. El nivel de utilización de las prácticas de conservación superó el 60%, en promedio; sobresalieron la siembra a través de la pendiente y no realizar quemadas, cercanas al 90% de los casos. Las pruebas de Chi-cuadrado no mostraron independencia o asociación entre las variables evaluadas.

Publicaciones en Revistas extranjeras

LEAL V., L.A.; SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. Informaciones Agronómicas No. 74:1-4; 10. 2009. 5 págs.

Resumen: En dos Estaciones Experimentales de Cenicafé (Estación Central Naranjal y Subestación Experimental Paraguaicito), con suelos derivados de cenizas volcánicas y ubicadas en la zona cafetera central de Colombia, se cuantificaron las pérdidas de nitrógeno por volatilización ocurridas en plantaciones de café a libre exposición solar y en etapa productiva. El nitrógeno volatilizado fue medido en colectores semiabiertos estáticos a los 1, 2, 3, 5, 9, 14 y 20 días después de la aplicación superficial de urea. Las pérdidas de nitrógeno variaron a través del tiempo y tuvieron un incremento notable al segundo día, fecha en la cual se presentaron los máximos valores (8,6% para Naranjal y 9,3% para Paraguaicito). Durante los primeros cinco días las pérdidas acumuladas tuvieron promedios de 22,8% para Naranjal y 27,2% para Paraguaicito. Al finalizar el período de evaluación, el porcentaje total de pérdidas de N ascendió a 30,4% en

Naranjal y 34,8% en Paraguaicito. El comportamiento de las pérdidas acumuladas de N a través del tiempo fue explicado por el modelo "exponente simple de 3 parámetros" (r^2 mayor que 0,996) y las diferencias registradas entre ellas, especialmente durante los primeros cinco días de evaluación, fueron asociadas a características del suelo como textura y CIC, y del clima como temperatura y precipitación.

CRISTANCHO A., M.A.; ESCOBAR O., C. Transferability of SSR markers from related Uredinales species to the coffee rust *Hemileia vastatrix*. Genetics and Molecular Research 7(4):1186-1192. 2008. 26 Refs.

Resumen: The aim of the present research was to test the transferability of simple sequence repeat (SSR) markers developed in two Uredinales species to *Hemileia vastatrix*, coffee rust. The development of efficient techniques for the identification of *H. vastatrix* isolates is imperative, given the continuous development of new races. The transferability of 25 SSR markers developed in the related Uredinales species *Puccinia coronata*. sp *loli* and *Melampsora linii* to *H. vastatrix* was tested. A low level of transferability of SSRs was detected, and only 4 potential markers that can be used to fingerprint the coffee rust races were identified.

POSADA, H.; FERRAND, M.; DAVRIEUX, F.; LASHERMES, P.; BERTRAND, B. Stability across environments of the coffee variety near infrared spectral signature. Heredity (Inglaterra) 102:113-119. 2009. 24 Refs. Ing.

Resumen: Previous study on food plants has shown that near infrared (NIR) spectral methods seem effective for authenticating coffee varieties. We confirm that result, but also show that inter-variety differences are not stable from one harvest to the next. We put forward the hypothesis that the spectral signature is affected by environmental factors. The purpose of this study was to find a way of reducing this environmental variance to increase the method's reliability and to enable practical application in breeding. Spectral collections were obtained from ground green coffee samples from multilocation trials. Two harvests of bean samples from 11 homozygous introgressed lines, and the cv 'Caturra' as the control, supplied from three different sites, were compared. For each site, squared Euclidean distances among the 12 varieties were estimated from the NIR spectra.

Matrix correlation coefficients were assessed by the Mantel test. We obtained very good stability (high correlations) for intervariety differences across the sites when using the two harvests data. If only the most heritable zones of the spectrum were used, there was a marked improvement in the efficiency of the method. This improvement was achieved by treating the spectrum as succession of phenotypic variables, each resulting from an environmental and genetic effect. Heritabilities were calculated with confidence intervals. A near infrared spectroscopy signature, acquired over a set of harvests, can therefore effectively characterize a coffee variety. We indicated how this typical signature can be used in breeding to assist in selection.

JARAMILLO, J.; CHABI-O., A.; KAMONJO, C.; JARAMILLO R., A.; VEGA, F.E.; POEHLING, H.M.; BORGEMEISTER, C. Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of climate change impact on a tropical insect pest. PLoS ONE 4(8): e6487. 85 Refs. Ing.

Resumen: Coffee is predicted to be severely affected by climate change. We determined the thermal tolerance of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, the most devastating pest of coffee worldwide, and make inferences on the possible effects of climate change using climatic data from Colombia, Kenya, Tanzania, and Ethiopia. For this, the effect of eight temperature regimes (15, 20, 23, 25, 27, 30, 33 and 35uC) on the bionomics of *H. hampei* was studied. Successful egg to adult development occurred between 20-30uC. Using linear regression and a modified Logan model, the lower and upper thresholds for development were estimated at 14.9 and 32uC, respectively. In Kenya and Colombia, the number of pest generations per year was considerably and positively correlated with the warming tolerance. Analysing 32 years of climatic data from Jimma (Ethiopia) revealed that before 1984 it was too cold for *H. hampei* to complete even one generation per year, but thereafter, because of rising temperatures in the area, 1-2 generations per year/coffee season could be completed. Calculated data on warming tolerance and thermal safety margins of *H. hampei* for the three East African locations showed considerably high variability compared to the Colombian site. The model indicates that for every 1uC rise in thermal optimum (Topt.), the maximum intrinsic rate of increase (rmax) will increase by an average of 8.5%. The effects of climate change on the

further range of *H. hampei* distribution and possible adaptation strategies are discussed. Abstracts in Spanish and French are provided as supplementary material Abstract S1 and Abstract S2.

OLIVEROS T., C.E.; PABÓN U., J.P.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Ecologic separation of immature coffee fruits. Concepción [Chile]: Progap: National Precision Agriculture Program, 2009. 5 Refs. -- Frutic Chile 2009: Proceedings of the 8th Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering Symposium

Resumen: Immature and dry coffee fruits, as well as fruits affected by phytosanitary problems, must be removed from the raw material in order to obtain a product with high quality from the in-farm processing plant. Sieves or cylindrical screens have been successfully used to remove immature and dry fruits after pulping, taking advantage of their lack of mucilage. However, in other countries there are machines with horizontal rotors that squeeze fruits against perforated cases, forcing the ones with mucilage to lose their pulp and seeds to pass through the oblong perforations. The problem of these machines is the necessity of water to do the task. In this research project it was evaluated an up-ward flow machine that works without water, produced by the company J. M. Estrada. The experimental design had three mass flows (1.500, 2.000 and 2.500 kg/h) and three immature fruits content (4, 7 and 10%) as variation sources, and a 100 kg experimental unit. The response variable was efficacy of separation. The complementary variables were mechanical damage of the beans, percentage of pulp accompanying the pulped beans, percentage of pulped beans accompanying the unpulped fruits and percentage of unpulped fruits mixed with the pulped beans. In the tests it was observed a 100% efficacy of separation of immature fruits as well as a 0% of mechanical damage, between 50,3 and 54,9% of pulp in the pulped beans and between 0 to 0,7% of pulped beans accompanying the unpulped fruits. The pulped beans were processed in the ecological Becolsub technology using a specific water consumption of 1,4 L/kg of dry parchment coffee (DPC) to remove the mucilage and the rest of pulp. The draining fluids were mixed with the pulp and were put in perforated reservoirs in order to measure the drains and their COD (Chemical Oxygen Demand). Even though the specific water consumption was increased to 1,4 L/kg of DPC, the drains had CODs ranging between 9,27 and 11,16 g

of COD/kg of coffee fruits, indicating the use of the machine does not affect the ecological labor of the Becolsub technology.

HERRERA P., J.C.; ALVARADO A., G.; CORTINA G., H.A.; COMBES, M.C.; ROMERO G., G.; LASHERMES, P. Genetic analysis of partial resistance to coffee leaf rust *Hemileia vastatrix* Berk and Br. introgressed into the cultivated *Coffea arabica* L. from the diploid *C. canephora* species. Euphytica 167:57-67. 2009. 45 Refs. Ing.

Resumen: The objective of this study was to identify polymorphic molecular markers associated with partial resistance to coffee leaf rust, *Hemileia vastatrix*. A segregating F2 population derived from a cross between the susceptible *Coffea arabica* cv Caturra and a *C. canephora*-introgressed Arabica line exhibiting high partial resistance was analyzed. Rust resistance measured as rust incidence (RI) and defoliation (DEF) was evaluated in field conditions in three consecutive years (2003-2005). During the 2003 season, which was characterized by favorable conditions for a rust epidemic, the F2 plants exhibited different levels of resistance ranging from very susceptible (50.1% for DEF and 49.5% for RI) to highly partial resistance (9.1% for DEF and 3.7% for RI). Molecular analysis enabled identification of seven polymorphic markers (5 AFLP and 2 SSR) exhibiting significant association with partial resistance. Coexistence of resistance homozygous alleles (RR) at codominant SSR loci was correlated with high resistance. This study is the first attempt to develop PCR-based sequence specific markers linked to partial rust resistance in coffee.

CRISTANCHO A., M.A.; GAITÁN B., A.L. Isolation characterization and amplification of simple sequence repeat loci in coffee. Crop Breeding and Applied Biotechnology 8(4):321-329. 2008. 53 Refs. Ing.

Resumen: Simple sequence repeat (microsatellite) loci in coffee were identified in clones isolated from enriched and random genomic libraries. It was shown that coffee is a plant species with low microsatellite frequency. However, the average distance between two loci, estimated at 127kb for poly (AG), is one of the shortest of all plant genomes. In contrast, the distance between two poly (AC) loci, estimated at 769kb, is one of the largest in plant genomes. Coffee (AC)_n microsatellites are frequently associated with

other microsatellites, mainly (AT) n motifs, while (AG) n microsatellites are not normally associated with other microsatellites and have a higher number of perfect motifs. Dinucleotide repeats (AG) and (AC) were found in Atrich regions in coffee. Sequence analysis of (AC) n microsatellites identified in coffee revealed the possible association of these repeated elements with miniature inverted-repeat transposable elements (MITEs). In addition, some of the evaluated SSR markers produced transposon-like amplification patterns in tetraploid genotypes. Of 12 SSR markers developed, nine were polymorphic in diploid genotypes while 5 were polymorphic in tetraploid genotypes, confirming a greater genetic diversity in diploid species.

GIRALDO J., M.; GÓMEZ, H.M.; ZUCCHI, R.A. Moscas das frutas Diptera Tephritidae *Anastrepha* coletadas em nove municípios do estado do Valle de Cauca Colombia. Revista de Agricultura (Brasil) 84(1):51-55. 2009. 5 Refs. Port.

Resumen: The fruit flies were collected during the trapping activities performed by technicians of the "Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)" in several orchards located in the following municipalities: Andalucía, Caicedonia, La Unión, Restrepo, Roldanillo, Sevilla, Toro, Tulua and Zarzal. The flies were collected in plastic or glass McPhail type traps with food attractant (hydrolyzed protein), in a two year period, from January 2004 to December 2005. In the nine municipal ties, 1,794 females of the *Anastrepha* flies, belonging to 10 species, were captured. Most specimens belonged to *A. fraterculus*, and it was the most frequent species captured. *Anastrepha striata* and *A. obliqua* were collected in all the municipalities. The highest diversity of species occurred in Sevilla. None of the *A. fraterculus* flies were collected in papaya orchards located in La Unión Roldanillo and Toro.

DURÁN M., S.M.; LENTIJO J., G.M.; LÓPEZ L., A.M.; BOTERO E., J.E. Nuevos registros de la distribución y uso de hábitat del tororoí dorsiescamado *Grallaria Guatimalensis* en Colombia. Ornitología Neotropical (Estados Unidos) 20:285-290. 2009. 23 Refs.

Resumen: El Tororoí Dorsiescamado (*Grallaria guatimalensis*) es un hormiguero terrestre (Formicariidae) que habita en el suelo de bosques húmedos y montanos (Hilty & Brown 1986, Parker

et al. 1996, Dobbs *et al.* 2001, 2003). A diferencia de otros de su género, tiene una amplia distribución en el Neotrópico que se extiende desde el sur de México hasta el oeste de Venezuela, en la costa occidental de los Andes hasta el noroeste de Perú y por el oriente hasta el centro de Bolivia. En Colombia, la distribución geográfica conocida para la especie se basa en la información de unos pocos especímenes y registros provenientes de localidades dispersas en las cordilleras Occidental y Oriental (Chapman 1917, Todd & Carriker 1922, Meyer de Schauensee 1964, Cantillo 1983, Hilty & Brown 1986, Sánchez 2003), el norte del Chocó, la serranía de Baudó, la serranía de Perijá, la sierra Nevada de Santa Marta (Hilty & Brown 1986, Ridgely & Tudor 1994, Strewé & Navarro 2003, Restall *et al.* 2006) y recientemente en la cordillera Central (Botero *et al.* 2005, Marín-Gómez 2005). Estos registros sin embargo, no permiten establecer si la distribución del Tororoí Dorsiescamado en Colombia es continua a lo largo de las tres cordilleras.

LÓPEZ G., G; CORTINA G., H.A.; MCCOUCH, S.R.; MONCADA B., M. DEL P. Analysis of genetic structure in a sample of coffee *Coffea arabica* L. using fluorescent SSR markers. Tree Genetics and Genomes 5(3):435-446. 2009. 34 Refs. Ing.

Resumen: The knowledge of population structure is important to determine the degree of linkage disequilibrium, which allows the selection of genotypes for association mapping. Using 47 SSR markers, the genetic variability and population structure of 68 accessions of *C. arabica* (wild and cultivated) and of three diploid species used as reference were evaluated. The analysis was done with the distance method and the structure model. The structure analysis inferred nine subpopulations ($k=9$), for which the greatest values of probability were obtained. Three of the groups corresponded to the three diploid species as expected. There were six groups identified within *C. arabica*. The genetic subdivisions within *C. arabica* were based on geographical origin, degree of domestication, and dispersal history of coffee. One group consisted entirely of cultivated genotypes, where intense population bottleneck were associated with a founder effect. This was the most homogeneous group, as demonstrated by the reduced distance between cultivars in the dendrogram. Three of the cultivated genotypes, originating from Sudan, were separated into an independent group, presumably due to selective adaptation to a different set of

environmental conditions. Another group consisted of genotypes of the type ennea that were grown and cultivated in isolation on the shores of the Tana lake. The semi-wild genotypes clustered into three different groups. This type of analysis provides a strong evidence of population structure in *C. arabica*. Based on these findings, it is possible to better identify a balanced sample of diverse plants in germplasm.

Artículos en Revistas nacionales:

ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G., H.A. La variedad Castillo: Una variedad de café (*Coffea arabica* L.) con elevada productividad y amplia resistencia a enfermedades. Fitotecnia Colombiana 8(1):1-21. 2008. 22 Refs.

Resumen: Resultado de la investigación iniciada desde 1968 en Cenicafé con el objetivo de obtener variedades de *Coffea arabica* con resistencia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), se seleccionaron 35 progenies élites de generaciones F5 y F6 del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor, evaluadas por atributos agronómicos sobresalientes, excelente calidad en taza, resistencia durable a la roya y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café (CBD). Estas progenies se entregaron a los productores con el nombre de Variedad Castillo®, una variedad compuesta conformada por la mezcla de la semilla de dichas progenies élite. En su obtención se tuvo especial atención en combinar tanto la resistencia completa como la resistencia incompleta a la roya. También involucraron otras características de interés como la producción, el tipo y tamaño del grano y la calidad de la bebida. Su desarrollo fue asistido con evaluaciones de laboratorio realizadas en el Centro Internacional de la roya del Café (CIFC) en Portugal, por la reacción de resistencia a *Colletotrichum kahawae*, agente causal de CBD, una enfermedad aún ausente del continente americano.

ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G., H.A. Las variedades Castillo regionales: Variedades de café (*Coffea arabica* L.) con alta productividad, elevada resistencia a enfermedades y adaptación específica. Fitotecnia Colombiana 8(1):22-38. 2008. 7 Refs.

Resumen: Se presentan las características de las siete variedades compuestas de café desarrolladas por Cenicafé. Cada variedad posee el mismo

fondo genético de la Variedad Castillo® de la cual proceden, y los genotipos que las conforman fueron seleccionados porque presentaron mejor respuesta en productividad entre 10% y 18% adicionales, sin detrimento de la diversidad genética que las protege del efecto de la roya. Estas variedades muestran una adaptación regional que les permite ser utilizadas exclusivamente en las áreas de influencia de las Estaciones Experimentales en las cuales fueron seleccionadas por adaptación específica. Su área de influencia se definió con base en el estudio de ecotopos cafeteros y en bases de datos del Sistema de Información Cafetera (SICA). Los ecotopos cafeteros son regiones agroecológicas delimitadas geográficamente, considerando las condiciones predominantes de clima, suelo y relieve donde se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo de café. El análisis económico del impacto probable de estas variedades en el ingreso de los caficultores mostró que los incrementos en productividad por su empleo corresponden a la suma de incrementos por potencial genético, más los derivados de la tecnología de producción relacionados con un manejo agronómico óptimo de los cafetales. Con estas variedades se deben usar las mejores prácticas de cultivo, para generar beneficios económicos a los productores. Se recomienda su promoción, uso y adopción por los caficultores en las áreas de influencia específicas para cada variedad, representadas por las condiciones de suelo y clima de los ecotopos cafeteros de su área de influencia. El nombre de las variedades conservan la denominación de Castillo, seguida del nombre de la Estación Experimental donde fueron seleccionadas: Castillo®-Naranjal, Castillo®-El Rosario, Castillo®-Trinidad, Castillo®-Santa Bárbara, Castillo®-Pueblo Bello, Castillo®-Paraguacito y Castillo®-El Tambo.

RIVILLAS O., C.A. El mal rosado del cafeto. El Caficultor No. 242:20-21. 2008.

Resumen: Sobre esta enfermedad que ataca el cafeto, se presentan algunas generalidades, los síntomas, epidemiología y manejo.

RIVERA S., L.F.; OROZCO S., C.E.; CHALARCA L., A.F.; GAITÁN B., A.L.; CRISTANCHO A., M.A. Sistema de información para el manejo de datos moleculares en café: Desarrollo y uso de herramientas. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales 32(124):317-324. 2008. 20 Refs. -- Incluye parte 2. Desarrollo de bases de datos con 10 Refs. 325-330 p.

Resumen: La Bioinformática se ha convertido en un instrumento clave en investigación para el desarrollo de recursos y herramientas que permiten optimizar las actividades de investigación en labores concernientes con el archivo y utilización de datos, en especial de secuencias de ADN, proteínas y también marcadores moleculares. Para iniciar el área de la Bioinformática en Cenicafé, se construyeron interfaces especializadas desarrolladas en lenguaje PHP para la búsqueda, actualización, borrado e inserción de registros e imágenes dinámicamente en el sistema de información llamado CoffeeBank. Este sistema se implementó sobre el motor de base de datos MySQL, que mediante el servidor Web Apache se puede acceder y administrar desde cualquier punto de red del Centro, siempre y cuando se posean los respectivos permisos. CoffeeBank está constituido actualmente por las secuencias de EST's y Microsatélites de café, y a corto plazo incorporará las secuencias de DNA ribosomal de hongos patógenos y controladores biológicos. CoffeeBank es actualizado constantemente con los datos que se obtienen en los proyectos. Las proyecciones son las de añadir nuevas fuentes de datos, interfaces y aplicaciones de tal manera que los usuarios tengan acceso a herramientas de fácil uso y exploten de la mejor manera los contenidos de las bases de datos que se implementen, de una forma rápida y eficiente a través de un entorno web.

CARDONA B., N.L.; BETANCUR P., J.F.; RIVERA S., L.F.; GAITÁN B., A.L. Identificación de genes candidatos de patogenicidad en la interacción de la cepa Cenicafé 9501 con el nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp.. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61(2):4527-4541. 2008. 49 Refs.

Resumen: En 1997 se registró por primera vez el aislamiento de un hongo hyphomycete de suelos de Chinchiná (Caldas, Colombia) atacando huevos y otros estadios biológicos de las especies de nematodos fitoparásitos *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* provenientes de lotes comerciales con café. Debido a la imposibilidad de clasificarlo taxonómicamente en los géneros actuales, este aislamiento se ha denominado temporalmente como CENICAFÉ 5901. Dado su potencial como biocontrolador, se propuso identificar genes candidatos involucrados en el proceso de patogenicidad de huevos de *Meloidogyne*. Con este fin se construyeron librerías diferenciales mediante el método de hibridación sustractiva. La secuenciación de 188 clones obtenidos permitió

identificar 80 unigenes, de los cuales el mayor porcentaje correspondió a secuencias sin homología (32%), seguidas por genes candidatos a funciones de patogénesis (22%), transporte celular (17%), síntesis de proteínas (11%) y en menor proporción aquellos involucrados con transcripción y metabolismo primario (18%)

AGUDELO G., D.; OLIVEROS T., C.E.; ESTRADA E., J.H.; ÁLVAREZ M., F.; SANZ U., J.R. Desarrollo de un separador de objetos duros en el café a partir de las vibraciones producidas en placas delgadas. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín (Colombia) 61(2):4686-4700. 2008. 7 Refs.

Resumen: En Cenicafé se diseñaron y construyeron prototipos electromecánicos denominados PESELOD (pescador electrónico de objetos duros) para la protección de las máquinas despulpadoras. Este nuevo módulo, localizado antes de la despulpadora, esta conformado por un alimentador, un cuerpo vibrante (placa delgada o cono metálico), una compuerta, un recipiente para los objetos duros desalojados y un circuito para la detección y separación automática del objeto duro

LÓPEZ F., H.A.; SANZ U., J.R.; ÁLVAREZ M., F. Análisis biomecánico de espalda y brazos para el desarrollo de herramientas portátiles. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61(2):4701-4708. 2008. 6 Refs.

Resumen: Cuando se realizan labores agrícolas semimecanizadas como fertilización, fumigación, cosecha y otras, los operarios regularmente llevan una carga en su espalda y una herramienta en una de sus manos. En este trabajo se estimaron los esfuerzos que se generan en las articulaciones del hombro y del disco intervertebral L5-S1 para una persona promedio realizando labores agrícolas con herramientas portátiles de este tipo. Para hacer el análisis se desarrolló una herramienta computacional denominada HOMO, en la cual se consideran las posiciones más comunes del brazo e inclinaciones más comunes del eje de la columna vertebral cuando se usan equipos de espalda. El análisis determinó que una carga en la espalda de 12 kg. combinada con un elemento de 0,5 kg. en la mano no son perjudiciales para la salud de los trabajadores agrícolas.

SALAZARE., J.A.; CONSTANTINOC., L.M.; RODRÍGUEZ, G. Estudios sobre el género *Necyria* Westwood

1851 en Colombia Lepidoptera: Riodinidae. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 12:217-237. 2008. 39 Refs.

Resumen: Este trabajo considera una revisión de las especies y subespecies pertenecientes al género *Necyria* Westwood, 1851 que se han encontrado en el territorio colombiano. Se registran a *N. bellona* con cinco subespecies y a *N. duellona* con dos subespecies reconocidas para Colombia, una de ellas *N. duellona* beltiana (Hew.) como nuevo registro para la fauna de este país. Se incluyen además algunas observaciones biológicas y de distribución basadas en la captura de material que se encuentra depositado en varias colecciones colombianas.

CADENA G., G.; JARAMILLO R., A. El papel estratégico del agua y el cultivo del café en Colombia. Revista ventana al campo tropical (Bogotá) 1:40-42. 2009. 13 Refs. -- Edición especial Agua Conservación Educación Agua potable Riego y Nutrición en cultivos.

Resumen: Las reservas de agua disponibles para la población en el mundo están disminuyendo por diferentes causas, entre ellas, la deforestación acelerada, el uso excesivo de las aguas subterráneas, el crecimiento de la población en especial en las regiones con escasez de agua, a la mayor demanda de la seguridad alimentaria y bienestar socioeconómico y a la contaminación de origen industrial, urbano y agrícola. A lo anterior se debe agregar una pérdida en la calidad del agua por falta del tratamiento de las aguas residuales (Naciones Unidas- Unesco, 2003). De acuerdo con el 5º Foro Mundial del Agua, celebrado en Estambul- Turquía en Marzo de este año, actualmente 1.100 millones de personas no tienen fácil acceso al agua; para el año 2025 se estima que 1.800 millones de personas vivirán sin suficiente suministro de agua. Nuestro país no es ajeno a la problemática anterior y por lo tanto debe fortalecer los programas de ahorro y uso eficiente del agua y a la intensificación de los mecanismos limpios de producción (Domínguez *et al.* 2008)

RUBIO G., J.D.; POSADA F., F.J.; OSORIO L., O.I.; VALLEJO E., L.F.; LÓPEZ N., J.C. Primer registro de *Heilipus elegans* Guérin Méneville Coleoptera: Curculionidae atacando el tallo de árboles de aguacate en Colombia. Revista U.D.C.A. 12(1):59-68. 2009. 35 Refs.

Resumen: En el municipio de Fresno, departamento del Tolima (Colombia), se evaluó el daño en campo y se registró la presencia de *Heilipus elegans* Guérin-Méneville, 1844 (Coleoptera: Curculionidae) atacando el tallo de árboles de aguacate de las variedades Lorena, Choquette, Santana, Trinidad, Booth 8 y comunes o criollas. El daño, se caracteriza por la coloración rojiza y los exudados depositados en los orificios de penetración que las larvas realizan en la corteza. Por galería, se encontró una larva o pupa. Los adultos capturados, se hallaron refugiados en las grietas de la corteza de los árboles. El manejo cultural realizado para el control de la plaga consiste en el descortezado de la planta, la extracción de las larvas y el cubrimiento de las heridas con una pasta cicatrizante. Se colectaron larvas, pupas y adultos y las muestras se depositaron en la colección de insectos de la Universidad de Caldas. Se ilustra, con fotografías, el daño, la larva, la pupa y los adultos, con el propósito de servir de guía de campo para el reconocimiento y el manejo de este insecto en el cultivo del aguacate.

SEPÚLVEDA C., P.A.; RUBIO G., J.D. Especies de Dryophthorinae Coleoptera: curculionidae asociadas a plátano y banano *Musa spp.* en Colombia. Acta Biológica Colombiana (Colombia) 14(2):49-72. 2009. 30 Refs.

Resumen: Se presenta una sinopsis de los escarabajos de la subfamilia Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a cultivos de plátano y banano en Colombia. Adicionalmente se ofrecen claves ilustradas para las especies del país. Se registran seis especies asociadas a dichos cultivos: *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758), *Metamasius hebetatus* (Gyllenhal, 1838), *Metamasius submaculatus* Champion, 1910, *Rhyncophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) y *Polytus mellerborgii* (Boheman, 1838).

CONSTANTINO C., L.M.; HURTADO R., M.J. Descripción de una nueva subespecie de *Prepona pylene* Hewitson 1854 del municipio de Timbiquí Cauca Colombia: Lepidoptera: nymphalidae: charaxinae. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas (Colombia) 13(1):153-159. 2009. 9 Refs.

Resumen: Este artículo describe una nueva subespecie de *Prepona pylene* del occidente de Colombia: *Prepona pylene* timbiquiensis n. spp., por un ejemplar

recolectado en la localidad de Saija en el municipio de Timbiquí, departamento del Cauca. Igualmente, se examina y compara con todas las subespecies de *P. pylene* que habitan en Colombia, con base en la revisión de ejemplares que se encuentran depositados en diversas colecciones públicas y privadas en Colombia. En consecuencia, se reportan las sinonimias registradas para *P. pylene*, basados en el registro de literatura relacionada y la revisión de las especies tipo descritas por Hans Fruhstorfer, Henry Walter Bates y William Hewitson que se encuentran depositadas en el Museo Británico en Londres y en el Museo de Zoología de la Universidad de Humboldt en Berlín, Alemania.

CONSTANTINO C., L.M.; RODRÍGUEZ, G. *Pierella Helvina* Amalfi una nueva subespecie de la cordillera central de Antioquia Colombia Lepidoptera Nymphalidae Satyrinae. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 13(1):176-184. 2009. 10 Refs.

Resumen: Se presenta la revisión de las subespecies de *Pierella helvina* de la región neotropical, con la finalidad de describir una nueva subespecie procedente de la localidad de Amalfi (Antioquia), ubicada a 1600 m de altura en la Cordillera Central de Colombia, siendo éste el registro de mayor altura reportado para una especie de *Pierella*. Se presentan los datos de localidades de colecta para cada subespecie en base a la revisión de colecciones donde se aprecia un patrón de distribución geográfico restringido que está correlacionado con los principales centros de endemismo propuestos por Brown (1982) y Haffer (1987), los cuales revisten especial interés en los estudios biogeográficos y de evolución de las especies.

Avances Técnicos

SÁNCHEZ C., L.M.; DURÁN M., S.M.; VÉLEZ A., J.G.; GARCÍA C., R.; BOTERO E., J.E. Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia. Avances Técnicos Cenicafé No. 378:1-8. 2008. 21 Refs.

Resumen: Conocer la biodiversidad en regiones dominadas por café cultivado bajo sombra permite entender y destacar los retos y ventajas de los sistemas agroforestales en cuanto a conservación. Hasta

ahora, la mayoría de trabajos, y por lo tanto también los criterios de las certificaciones, se han centrado en las características de los sombríos, descuidando el importante papel que juegan la existencia, tamaño y disposición de otros hábitats en la configuración de la biodiversidad a nivel regional. En este Avance Técnico se resumen los principales hallazgos de un estudio regional de la diversidad de plantas, aves y hormigas, en tres localidades de los Andes colombianos, que permitió conocer oportunidades y herramientas de conservación para estos paisajes cafeteros.

OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; PEÑUELA M., A.E. Secador parabólico mejorado. Avances Técnicos Cenicafé No. 376:1-8. 2008. 2 Refs.

Resumen: Los secadores parabólicos diseñados por Cenicafé han sido construidos y utilizados exitosamente en diferentes regiones del país, especialmente en fincas de pequeños caficultores. Los materiales empleados en su construcción tienen diferentes períodos de vida útil, por lo que es necesario reparar los componentes del secador en diferentes tiempos. Es así, como la cubierta plástica y la estructura en guadua pueden tener una vida útil mayor de 3 y 10 años, respectivamente, si son construidas siguiendo las recomendaciones de Ramírez *et al.* (4). Si el piso es de concreto puede durar más de 15 años, pero si se utiliza malla plástica (red 5000), su vida es mayor de 5 años.

FARFÁN V., F.; JARAMILLO R., A. Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. Avances Técnicos Cenicafé No. 379:1-8. 2009. 17 Refs.

Resumen: La utilización o no del sombrío en los cafetales depende del clima y suelo de la región. En regiones con suelos con buena disponibilidad de agua, adecuada retención de humedad y alta nubosidad, es recomendable cultivar el café a libre exposición solar, debido a que el sombrío disminuye la producción. Si la región presenta una inadecuada distribución de lluvias o tiene suelos con baja retención de humedad, limitaciones físicas o alta radiación solar, se recomienda el uso del sombrío, ya que éste mejora las condiciones de microclima e incrementa la producción para estas condiciones, aunque la producción es inferior a la obtenida en zonas con clima y suelo óptimos.

OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A.; PEÑUELA M., A.E. Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café. Avances Técnicos Cenicafe No. 380:1-8. 2009. 14 Refs.

Resumen: El cisco es el combustible más económico para secar su café, utilice equipos que permitan aprovecharlo bien y mantener la temperatura en 50°C. Siempre que sea posible utilice el secado solar para arear el café y el silo para finalizar el secado, al hacerlo disminuye el consumo de combustible y de energía eléctrica, y obtiene café con humedad más uniforme, de mejor calidad.

PUERTA Q., G.I. Los catadores de café. Avances Técnicos Cenicafe No. 381:1-12. 2009. 15 Refs.

Resumen: En este Avance Técnico se presentan los requisitos, las pruebas sensoriales y los criterios de selección y capacitación para la formación de catadores de café. Los catadores son las personas que mediante los sentidos de la vista, el olfato y el gusto sienten, perciben, identifican, analizan, describen, comparan y valoran la calidad del café. La catación es el método usado para conocer el aroma, el sabor y la sanidad del café. Mediante las evaluaciones sensoriales se pueden identificar los defectos presentes en la bebida de café, conocer la intensidad de una característica sensorial como la acidez y el dulzor y de igual forma, reconocer y calificar el sabor y el aroma y medir la calidad global del producto. Los resultados de las cataciones del café contribuyen a la toma de decisiones acertadas para la mejora de los procesos y la conservación de la calidad del café.

GARCÍA L., J.C. Respuesta del Café Variedad Tabi a la fertilización, en un sistema agroforestal con *Erythrina fusca*, en la Zona Norte de Colombia. Avances Técnicos Cenicafe 382:1-4. 2009. 4 Refs.

Resumen: La caficultura del norte de Colombia, la cual incluye los departamentos de Norte de Santander, Cesar, Guajira y Magdalena, se desarrolla en su mayor parte bajo sombra de guamo (*Inga sp.*), principalmente por la estacionalidad del tiempo seco, entre diciembre y abril. El déficit hídrico anual en la subestación Pueblo Bello (Cesar) se ha calculado en 271 mm, en febrero y marzo, respectivamente. Esta situación, sumada al uso frecuente de variedades de porte alto, sin resistencia a la roya, en bajas densidades y sin fertilización, definen bajos potenciales de producción,

que en muchos casos no superan las 40 arrobas (500 kg) de café pergamino seco por hectárea.

GÁLVIS G., C.A.; SALAZAR G., L.F. Identifique y prevenga los daños en cafetales por herbicidas. Avances Técnicos Cenicafe No. 383:1-12. 2009. 10 Refs.

Resumen: El estudio muestra detalladamente, los síntomas asociados al daño causado por aplicaciones incorrectas de glifosato al cultivo del café y la necesidad de diferenciarlos de otros como aquellos ocasionados por deficiencias nutricionales o patógenos. Además, se brindan recomendaciones de manejo de los herbicidas para evitar problemas de toxicidad en las plantaciones de café.

GÓNGORA B., C.E.; MARÍN M., P.; BENAVIDES M., P. Claves para el éxito del hongo *Beauveria bassiana* como controlador biológico de la broca del café. Avances Técnicos Cenicafe No. 384:1-8. 2009. 20 Refs.

Resumen: Los primeros microorganismos que se identificaron como causantes de enfermedades en insectos fueron los hongos, debido a que era posible observar su crecimiento sobre el cuerpo de éstos. Los hongos patógenos de insectos, conocidos como hongos entomopatógenos, penetran, invaden y se multiplican dentro de los insectos. En el grupo de los patógenos de insectos, una característica particular de los hongos es que no requieren ser ingeridos por el insecto para causar la enfermedad, ya que pueden penetrar a través de su cutícula. Su crecimiento y desarrollo está limitado principalmente por condiciones medioambientales adversas, especialmente la radiación solar, la baja humedad y las altas temperaturas. Las unidades de reproducción de los hongos son llamadas esporas o conidias, que usualmente son las que infectan a los insectos. El proceso de infección se puede dividir en tres etapas: 1. Adhesión de las esporas a la cutícula del insecto, y germinación; 2. Penetración de la cutícula del insecto; 3. Desarrollo del hongo en el interior del insecto, que generalmente termina en la muerte de éste.

VILLEGAS G., C.; GIRALDO J., M.; BENAVIDES M., P.; GIL P., Z.N. Aprenda a diferenciar la muerte descendente y la chamusquina en árboles de café. Avances Técnicos Cenicafe No. 385:1-8. 2009. 19 Refs.

Resumen: Actualmente en cultivos establecidos a libre exposición solar, localizados en altitudes mayores a

1.600 m., con regímenes de lluvia prolongados, baja luminosidad y temperaturas menores a 20°C (7,10,12,13), es frecuente encontrar dos problemas fitosanitarios que simultáneamente se presentan en el cultivo del café y que producen síntomas y daños que son confundidos por los caficultores, lo que ha ocasionado un mal manejo de plagas y enfermedades en los cafetales.

Biocartas

SÁNCHEZ C., L.M.; ESPINOSA, R.; BOTERO E., J.E.; LÓPEZ L., A.M.; FRANCO R., N.G. La reinita cerúlea: Una especie que depende del café y del carbón. Biocarta No. 13:1-4. 2007.

Resumen: En esta biocarta se describen algunos detalles de su historia natural, lo que sabemos de su estadía en las zonas cafeteras de Colombia, sus historias de conservación y las alianzas que se necesitan para lograr su protección de forma exitosa.

Boletines Técnicos

SADEGHIAN K., S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. Boletín Técnico Cenicafé No. 32:1-43. 2008. 70 Refs.

Resumen: En este Boletín Técnico se realiza una breve reseña sobre los aspectos generales de la nutrición vegetal y la evaluación de la fertilidad del suelo. Se presentan de manera resumida algunos aspectos relacionados con la fertilización de almácigos de café, y se dan las bases para el manejo de la nutrición de los cafetales en las etapas de crecimiento vegetativo y producción, de acuerdo con los resultados del análisis de suelo, a la luz de las investigaciones desarrolladas por Cenicafé. Se espera que los criterios consignados sirvan de guía a los extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros y a los cafeteros de todo el país, para tomar las mejores decisiones en materia de la nutrición de sus plantaciones.

MONTOYA R., E.C.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A.; RIAÑO H., N.M.; QUIROGA Z., F.A. Modelo para simular la producción potencial del cultivo del café

en Colombia. Boletín Técnico Cenicafé No. 33:1-52. 2009. 118 Refs.

Resumen: Se planteó un modelo de simulación matemática de la producción potencial del cultivo del café en Colombia. Los objetivos de este trabajo fueron: pronosticar crecimiento, desarrollo y producción del cultivo del café, planear y simular experimentos. Para tal fin, se seleccionó una estructura que simulara el crecimiento vegetativo y reproductivo y la producción potencial, por épocas y regiones. Con estos supuestos, la tasa de crecimiento es determinada por las condiciones de clima, en particular, la radiación absorbida, considerando los procesos de asimilación de CO₂ respiración de mantenimiento y crecimiento, distribución de los asimilados y desarrollo de área foliar. El modelo que describe el sistema en su conjunto, según lo planteado anteriormente, se caracteriza por ser lógico, estocástico, dinámico, recursivo y para fenómenos que ocurren en períodos relativamente extensos, por tratarse de un cultivo perenne, como lo es el café.

SÁNCHEZ C., L.M.; BOTERO E., J.E.; VÉLEZ A., J.G.; DURÁN M., S.M.; GARCÍA C., R. Estudio de la biodiversidad en los paisajes cafeteros de El Cairo Valle del Cauca. Boletín Técnico Cenicafé No. 34:1-64. 2009. 18 Refs.

Resumen: En este boletín técnico presentamos y explicamos los resultados obtenidos para la zona cafetera de El Cairo, y proponemos según estos hallazgos, qué estrategias se pueden seguir para que en esta localidad se haga una mejor conservación de la biodiversidad. La destrucción y transformación de los ecosistemas naturales es la mayor causa de la pérdida de biodiversidad en el mundo y mientras la población humana siga creciendo, cada vez serán más los hábitats transformados por la extracción de recursos, los asentamientos humanos, el exceso de residuos y la modificación de grandes áreas para la producción de bienes. La mayoría de los esfuerzos por conservar esta biodiversidad en desaparición, se han enfocado en aislar áreas relativamente bien conservadas de ecosistemas naturales, bajo figuras de áreas protegidas. Sin embargo, estas áreas no son suficientes y en muchas regiones debemos buscar estrategias que permitan la coexistencia de la biodiversidad natural con los usos que los humanos hacemos de la tierra.

Capítulos de libros

BUSTILLO P., A.E. Historia sobre los artrópodos plagas en los cafetales de Colombia. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 14-20. 31 Refs. Esp.

BUSTILLO P., A.E.; GIL P., Z.N. Características de la clase insecta. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 21-33. 9 Refs.

GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A.E. Ordenes y familias de insectos comunes en los ecosistemas cafeteros. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 34-72. 20 Refs.

Resumen: El propósito de este capítulo es darle al lector una idea sobre los insectos más representativos que se pueden encontrar en la zona cafetera colombiana y proporcionarle información sobre sus características más sobresalientes, por medio de la descripción de los órdenes y familias más comunes, para que se familiarice con ellos.

BUSTILLO P., A.E. Cómo se comunican los insectos y cómo responden a las plantas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 73-92. 31 Refs. Esp.

BUSTILLO P., A.E. Cómo implementar un programa de manejo integrado de plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 94-109. Refs.

CONSTANTINO C., L.M. El control natural de los insectos. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 110-113. 11 Refs.

Resumen: El control natural es el que sucede en las poblaciones de organismos, manteniendo su densidad poblacional en equilibrio dentro de ciertos límites definibles superiores e inferiores, como consecuencia de la acción conjunta de todo el ecosistema, sin intervención del hombre. El control natural incluye además de enemigos naturales (factores bióticos), la acción de los factores abióticos del medio ambiente (temperatura, humedad, heladas, sequías, granizo, lluvias, viento) que controlan, reducen o limitan la

distribución geográfica y explosión demográfica de las poblaciones naturales de muchos insectos. Dentro de un ecosistema agrícola, algunas especies de insectos compiten con el hombre, convirtiéndose en plagas o transmitiendo enfermedades a las plantas. Los biomas en equilibrio dinámico permanente y estables no tienen plagas, a diferencia de los monocultivos que carecen de redes tróficas estables y son más susceptibles a cualquier fitófago, por lo tanto son fácilmente disturbables y logran alcanzar niveles poblacionales altos más rápidamente al tener la oferta de nicho alimenticio disponible en grandes cantidades complementado con factores de perturbación a causa del uso excesivo de pesticidas que generan desequilibrios ecológicos. Los factores responsables del crecimiento o decrecimiento poblacional, pueden depender de su densidad poblacional o ser independientes de ella. Con el fin de entender los factores independientes o dependientes de la densidad poblacional que regulan o controlan naturalmente las poblaciones de un organismo determinado, se presenta información acerca de los factores que regulan las poblaciones naturales, y que manifiestan su efecto en la población independientemente del tamaño de ésta, como por ejemplo la estructura del suelo, los factores físicos, pH, humedad excesiva, la temperatura, la luminosidad, fotoperiodo, los ciclos del clima, las lluvias y el tiempo meteorológico. En comparación a los factores dependientes de la densidad poblacional como la interacción que se da en los agroecosistemas entre las plagas con sus enemigos naturales y con sus competidores, es decir, las interacciones que pueden mantener a las plagas bajo control.

BENAVIDES M., P. Los parasitoides en programas de control biológico. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 114-125. 49 Refs.

Resumen: En este capítulo se describen las definiciones y los órdenes y familias de insectos parasitoides usados en la agricultura y en el control de insectos transmisores de enfermedades en humanos. Se realiza una descripción detallada del uso de parasitoides introducidos en el control de la broca del café en Colombia y las posibilidades de criarlos en dietas artificiales. Las consideraciones finales indican que los resultados de campo obtenidos a partir de las últimas investigaciones llevadas a cabo en Cenicafé, permiten concluir que de todos los parasitoides

usados para el control de la broca, *Prorops nasuta* posee el mayor potencial de control. Este enemigo de la broca ha sobrevivido por más de siete años posterior a las últimas liberaciones en los cafetales y se encuentra presente en todas las regiones donde se ha muestreado. Ha logrado dispersarse a otras áreas causando parasitismos hasta de 50% en regiones sin aplicaciones generalizadas de insecticidas químicos y 10% en fincas empresariales. Además, ha sido el único parasitoide que se ha adaptado a la caficultura colombiana, por lo tanto, cualquier iniciativa futura para producir parasitoides debe estar enfocada inicialmente a esta especie. Se han realizado avances significativos en la cría de broca en dietas artificiales, desarrollándose la dieta Cenibroca, en la cual se han mantenido colonias de broca por más de 70 generaciones sin detrimento de sus parámetros demográficos y sin necesidad de renovar el pie de cría con material de campo. La broca producida en esta dieta puede ser manipulada para ser usada en la producción masiva de parasitoides de acuerdo a las exigencias de cada uno de ellos. Se han criado los parasitoides *C. stephanoderis* y *P. Coffea* sobre brocas producidas en la dieta artificial Cenibroca. Los costos se han estimado entre 20 a 40 centavos de peso moneda colombiana por individuo, sin embargo, no se han considerado los materiales, los equipos y la mano de obra; por lo tanto, estos valores deben ser cuidadosamente recalculados. *P. nasuta* se ha criado en estas mismas condiciones, pero los resultados han sido preliminares y los costos no han sido estimados. Es importante considerar que estos análisis están basados en procesos pequeños no comerciales, y que las exigencias de huéspedes adecuados (larvas y prepupas de broca) de *P. Nasuta* quizás aumenten los costos de producción. Actualmente existen avances y antecedentes suficientes para continuar con investigaciones con el objetivo de establecer una metodología de producción de *P. nasuta* sobre broca criada en la dieta Cenibroca, determinar la posibilidad de escalar esta producción a nivel comercial y calcular los costos. Es importante considerar que la cría de insectos en dietas artificiales requieren de una asepsia extrema que se traduce en instalaciones bastante bien elaboradas que incrementan los costos en relación con el sistema tradicional usado actualmente. Sería aconsejable continuar con los estudios tendientes a producir masivamente *P. Coffea* sobre dietas artificiales, este parasitoide podría ser producido y liberado de manera masiva durante los meses de mayor vuelo de la broca en condiciones de campo.

BENAVIDES M., P.; VERA M., L.Y.; GIL P., Z.N. Depredadores en el control biológico. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 126-132. 15 Refs.

Resumen: En este capítulo se realiza una descripción de las definiciones, órdenes y familias de insectos depredadores de plagas de importancia económica en la agricultura a nivel mundial. Se analizan los resultados de las investigaciones realizadas en Colombia sobre los depredadores nativos de la broca del café. Como consideraciones finales se tiene que existen algunos insectos que pueden ser estudiados para ser incorporados dentro de una estrategia de control biológico de este insecto plaga. Hormigas del género *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae) y el escarabajo *Monanus* sp. (Coleoptera: Cucujidae), son especies depredadoras que se deben considerar en el manejo integrado de la broca en Colombia. Ambas especies se encontraron en mayor proporción en frutos secos dejados en el árbol al final de la cosecha. *Crematogaster* sp., se encontró además en frutos verdes (30%), lo que podría ser aprovechado después del zoqueo de cafetales, cuando se presentan altos porcentajes de frutos en este estado. Sin embargo es preciso desarrollar más investigaciones para poder manipular estos insectos y producirlos masivamente y así evaluarlos bajo programas de introducción en zonas infestadas por la broca del café.

GÓNGORA B., C.E. Los hongos entomopatógenos en el control de insectos. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 133-149. 107 Refs.

LÓPEZ N., J.C. Nematodos para el control de insectos plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 150-183. 215 Refs.

Resumen: Después de los artópodos, los nematodos son los organismos más diversos y versátiles del Reino Animal con gran potencial como herramientas biológicas de control de insectos, moluscos, nematodos y otros patógenos de plantas en el suelo. En cuanto a los nematodos entomopatógenos, las especies de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae con más de cincuenta especies descritas, son las más promisorias a incorporar en programas de manejo integrado de plagas. Algo que llama la atención, es que hasta el momento todas las especies de steinernematidos y heterorhabditidos,

guardan una asociación simbiótica con bacterias de los géneros *Xenorhabdus* spp. y *Photorhabdus* spp. respectivamente. Estas bacterias son las encargadas de matar al insecto durante las primeras 48 horas después de la infección por el nematodo. Siendo su hábitat el suelo, estos nematodos tienen preferencia por suelos que permiten una buena y abundante distribución del oxígeno, agua y logran retener humedad, como son los suelos de textura porosa y/o arenosa, en donde características propias del nematodo como actividad parasítica, sobrevivencia y dispersión no se afectan. En Latinoamérica, Colombia en cabeza de Cenicafé, se destaca con resultados de trabajos realizados, que dan evidencia de la diversidad de estas especies y de su potencial uso en el control de insectos plaga en la agricultura, principalmente por los trabajos realizados sobre la broca del café. Su inocuidad sobre organismos benéficos, plantas y vertebrados, compatibilidad con agroquímicos y otros entomopatógenos son algunas de las características que han permitido que en el entorno mundial se haya desarrollado. localmente, la empresa privada deberá realizar importantes inversiones para lograr su disponibilidad comercial.

BUSTILLO P., A.E. Los insecticidas en el control químico de plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 184-200. 34 Refs. Esp.

VILLALBA G., D.A. Tecnología de aplicación y equipos de aspersión de agroquímicos. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 201-225. 8 Refs.

CONSTANTINO C., L.M.; BENAVIDES M., P. Control etológico en el manejo de plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 226-233. 42 Refs.

Resumen: El control etológico se refiere al uso de sustancias químicas, naturales o sintéticas, para repeler o atraer plagas a un determinado sitio, para eliminarlos, modificar su actividad sexual o alterar su orientación. Los usos del control etológico incluyen varios métodos de interferencia o supresión de plagas, mediante la utilización de feromonas o atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y diversas sustancias que tienen efectos similares.

BENAVIDES M., P.; CONSTANTINO C., L.M. Control cultural en el manejo integrado de plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 234-241. 26 Refs.

Resumen: El control cultural involucra la manipulación del ambiente para hacerlo menos favorable a las poblaciones de insectos plaga. Esto se obtiene mediante la implementación de diferentes prácticas agronómicas preventivas, por parte de los agricultores y sirven para reducir la probabilidad de que los insectos colonicen y dañen el cultivo. Las diferentes prácticas agronómicas como la rotación de cultivos, la destrucción de residuos de cosecha y huéspedes alternos de las plagas, el uso de cultivos de trampa, la siembra intercalada, el uso de variedades adaptadas, la labranza, la solarización, el volteo de suelo, la fertilización, las cosechas y siembras oportunas, generan condiciones que impiden la colonización de las plagas o retardan y reducen significativamente la infestación del cultivo y se generan condiciones bióticas adversas que reducen las tasas de supervivencia de individuos o poblaciones de la plaga. El propósito es mantener los porcentajes de infestación de la plaga por debajo de los umbrales de daño económico del cultivo, mediante el uso de prácticas preventivas y disminuir las probabilidades de resurgimiento de los insectos plaga. El conocimiento de las interacciones planta huésped y de la dinámica poblacional de los insectos plaga son fundamentales para poder adelantar estrategias de control cultural de manera oportuna, que le permitan a los agricultores predecir los períodos críticos de incidencia de la plaga y poder tomar decisiones acertadas del tipo de control a realizar.

GÓNGORA B., C.E.; ACUÑA Z., J.R. Uso de genes para incrementar la resistencia de plantas a insectos herbívoros. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 242-271. 215 Refs.

CONSTANTINO C., L.M.; BENAVIDES M., P. Control legal de insectos plagas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 272-282. 24 Refs.

Resumen: Se entiende como control legal, la aplicación de leyes o disposiciones del gobierno para impedir el ingreso de plagas o enfermedades fitosanitarias a un país, retardar su propagación o dispersión dentro

de éste, establecer la posibilidad de la erradicación y limitar su desarrollo, mediante la reglamentación de medidas coercitivas en los cultivos. El control legal se ejecuta a través de cuarentenas, permisos fitosanitarios para la movilización de material vegetal, certificados de inspección, certificados de tratamiento con productos agropecuarios permitidos como fumigantes, fungicidas, insecticidas o desinfectantes de productos agrícolas, reglamentación sobre épocas de siembra de cultivos, erradicación de plagas y reglamentación del uso y comercialización de plaguicidas.

BENAVIDES M., P. Aspectos genéticos relacionados con la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 284-297. 22 Refs.

Resumen: La broca del café posee un mecanismo de reproducción basados en cruces fraternos y haplodiploidia funcional que la hace altamente endogámica. Este comportamiento biológico convierte a este insecto en un caso genético especial, ya que el insecto puede poseer ciertas debilidades genéticas que podrían ser utilizadas para su control. En este capítulo se discuten los mecanismos biológicos y genéticos del comportamiento reproductivo de la broca del café y la relación que existe entre la probacteria *Wolbachia* y éste. Igualmente se realiza una descripción de la variabilidad genética de la broca a nivel mundial y en Colombia con el fin de elucidar la biogeografía del insecto y los mecanismos de invasión a regiones cafeteras del mundo. Finalmente se realiza un análisis de las consecuencias biológicas de la baja variabilidad genética presente en este insecto y las posibilidades de desarrollar estrategias genéticas de control.

GÓNGORA B., C.E.; BENAVIDES M., P. Desarrollo de resistencia de los insectos a insecticidas. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 298-310. 59 Refs.

GIL P., Z.N. Insectos trozadores en cafetales. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 312-316. 8 Refs.

Resumen: Los insectos trozadores que afectan el café son las especies *Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda*, conocidos como “Tierreros”, “gusanos cortadores”, “rosquillas”, “mal duerme” y “gusanos

ejércitos”. En este grupo también se incluye el *Scapteriscus didactylus* conocido como “berraquito de tierra” o “grillotopo”. Además del café, estas especies son capaces de atacar muchos cultivos de importancia económica y diversas arvenses. Sobre estas plagas se presenta su descripción, ciclo de vida, daño que causan y manejo de estas poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. Chisas que afectan cafetales en Colombia. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 317-322. 17 Refs.

Resumen: En Colombia se conocen como «chisas» a unos gusanos blancos de coleópteros, que atacan las raíces de casi todos los cultivos en el país. También se les denomina «mojojoys», «marceños» o simplemente «gusanos blancos». Las chisas comprenden varios géneros del orden Coleoptera, ubicados actualmente en la familia Melolonthidae, anteriormente conocida como Scarabaeidae y las subfamilias más importantes con sus géneros son: Dynastinae (*Cyclocephala*, *Ancognatha*), Melolonthinae (*Phyllophaga*, *Plectris*) y Rutelinae (*Anomala*). Del grupo de las chisas se registran en Colombia cerca de 600 especies y de éstas alrededor de 30 son de importancia económica para muchos cultivos agrícolas. En los cafetales de la zona central se han encontrado con mayor frecuencia las especies: *Phyllophaga menetries* (Blanchard), *Plectris pavidata* (Burmeister), *Anomala cincta* (Say) y varias especies de *Cyclocephala*, como *C. gregaria* (Heyne y Tachenberg), *C. mafaffa* y *C. signata* (Fabricius). Sobre estas plagas se presenta su descripción, ciclo de vida, daño que causan y manejo de estas poblaciones.

CONSTANTINO C., L.M. La hormiga arriera *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 323-329. 12 Refs.

Resumen: Las hormigas arrieras pertenecen a la familia Formicidae y a los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, de las cuales unas diez especies se encuentran en Colombia, sin embargo, la especie de mayor importancia económica y más distribuida en la zona cafetera es *Atta cephalotes* (L.). La especie *A. Laevigata* (Smith), comúnmente conocida como “hormiga culona”, se encuentra en los departamentos de Santander y Norte de Santander en Colombia, en donde la gente tradicionalmente captura las reinas, de las cuales utilizan el abdomen para su consumo

como alimento rico en proteína. La hormiga arriera, *A. cephalotes*, ataca la mayoría de cultivos forestales y agrícolas como café, yuca, maíz, cítricos, mango, almendros, eucaliptos, nogal, pino pátula, cedro, guamo y ornamentales, entre otros. Se presenta su descripción, ciclo de vida, daños que causan y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. La arañita roja, *Oligonychus yotheri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 330-332. 10 Refs.

Resumen: Los ácaros o arañitas que atacan al café pertenecen al género *Oligonychus*, pero sólo tres especies se encuentran con frecuencia asociadas al cafeto, en diferentes partes del mundo, *Oligonychus coffeae* (Nietner), *O. ilicis* (Mc Gregor) y *O. yotheri* (McGregor) (Crowe, 1960). *Oligonychus yotheri* es la única registrada en Colombia y existen registros de sus ataques desde 1931, en cafetales de Antioquia. Es una especie polífaga, de distribución mundial, que afecta muchos cultivos de importancia económica. Se presenta su descripción, ciclo de vida, daños que causan y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. Insectos chupadores en los cafetales. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 333-341. 14 Refs.

Resumen: Al cultivo de café en Colombia lo afectan numerosos insectos caracterizados por tener estructuras mandibulares picadoras-chupadoras, que les permiten alimentarse de la planta succionando la savia. Entre este grupo se destacan las moscas blancas *Aleurothrixus floccosus*, la escama verde del café *Coccus viridis*, la escama tortugueta *Saissetia coffeae*, los piojos blancos *Orthezia praelonga* y los áfidos o pulgones *Toxoptera aurantii*. Estos insectos son esporádicos en el cultivo y afectan normalmente plantas jóvenes y en cultivos establecidos atacan los nuevos brotes del follaje. Causan en la planta, como resultado de su alimentación, el encrespamiento del follaje y la proliferación de la fumagina, que reduce la actividad fotosintética de la planta. En algunos casos, moscas blancas y áfidos, se señalan como vectores de enfermedades virósicas en muchos cultivos. Se describen las especies de insectos chupadores que, con alguna frecuencia, se observan en el follaje de los cafetos en Colombia, su ciclo de vida, daños que causan y manejo de poblaciones.

VILLEGAS G., C.; BUSTILLO P., A.E.; ZABALA E., G.; BENAVIDES M., P.; RAMOS P., A.A. Cochinillas harinosas en cafetales colombianos. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 342-354. 27 Refs.

Resumen: Las cochinillas harinosas, también conocidas como chinches harinosas o palomillas, constituyen un grupo diverso de hemípteros de la superfamilia Coccoidea, considerados como plaga del café en diferentes países productores del grano. Estos insectos se encuentran en una gran diversidad de ecosistemas y, generalmente, viven agregados en distintas partes de la planta, dependiendo de los hábitos de la especie en cuestión. Mientras algunas cochinillas se localizan en las partes aéreas, como hojas, flores, frutos, ramas o tallo, otras poseen hábitos crípticos, y se localizan en las raíces principal, secundarias o raicillas. Como todos los insectos chupadores, las cochinillas (ninfas y hembras adultas) se alimentan de la savia de las plantas hospederas, debilitándolas y provocando heridas que pueden convertirse en vías de entrada de agentes patógenos como virus, bacterias, hongos y nematodos. Las cochinillas harinosas son insectos pequeños de forma ovalada o redonda, que a menudo están cubiertos por una capa cerosa blanca en la superficie dorsal. Aunque son predominantemente sedentarias, todos los estados de las cochinillas son móviles; su cuerpo no posee caparazón y es de consistencia blanda. Las hembras adultas son ápteras, con la cabeza y el tórax fusionado (cefalotórax). Se presenta su descripción, ciclo de vida, daños que causan y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. Gusanos defoliadores del cafeto (Lepidoptera: Geometridae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 355-359. 12 Refs.

Resumen: En Colombia se registra un numeroso grupo de insectos que pueden causar serias defoliaciones en los cafetales, las especies más comunes pertenecen a la familia Geometridae. Las especies en diferentes regiones del mundo son distintas, pero presentan rasgos y hábitos similares, que pueden ser el resultado de haber tenido ancestros comunes, que por especiación han dado lugar a especies simpátricas, individuos muy similares que no se cruzan, pero que pueden o no ocupar, las mismas regiones geográficas. En Africa, *Ascotis selenaria*, conocida como el medidor gigante del café, es una plaga muy seria en Kenia. En

América varias especies de *Oxydia* hacen un daño similar atacando ocasionalmente los cafetales. Las larvas de todas estas especies, se caracterizan por ser grandes, voraces y por desplazarse con un movimiento típico de mide cuartas, lo que les da el nombre común de “medidores”. Se presenta su descripción, ciclo de vida, daños que causan y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. El minador de la hoja del cafeto, *Leucoptera coffeellum* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 360-363. 12 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el cafeto se presenta la biología, daño y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. La broca de la cereza del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 364-367. 15 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el cafeto, se presenta su descripción, biología, daño y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. El perforador de las ramas, *Xylosandrus morigerus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytinae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 368-369. 5 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el cafeto, se presenta su descripción, biología, daño y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E.; GIL P., Z.N. La hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 370-373. 12 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el cafeto, se presenta su distribución en Colombia, descripción, biología, daño y manejo de poblaciones.

RAMÍREZ C., H.J.; BUSTILLO P., A.E.; GIL P., Z.N.; BENAVIDES M., P. La chinche de la chamusquina del café *Monalonion velezungeli*, nueva plaga del café en Colombia. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 374-380. 18 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el cafeto, se presentan los antecedentes, su morfología, biología, daño y manejo de poblaciones.

GIL P., Z.N. Las babosas en cafetales. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 381-384. 6 Refs. Esp.

Resumen: Sobre las babosas, se presenta su descripción, biología, daño que causan y estrategias para su control.

BUSTILLO P., A.E. El gorgojo del café almacenado, *Araecerus fasciculatus* (De Geer) (Coleoptera: Anthribidae). In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 385-386. 6 Refs.

Resumen: De esta plaga que ataca el café almacenado, se presenta su descripción, biología, daño y manejo de poblaciones.

BUSTILLO P., A.E. Aspectos sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 388-418. 185 Refs.

Resumen: En este capítulo se presentan diferentes aspectos sobre esta plaga que ataca el cafeto: su origen; distribución geográfica; ciclo de vida y hábitos; comportamiento reproductivo y diferentes métodos de control.

BUSTILLO P., A.E. El manejo de cafetales y el control de la broca del café. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 419-426. 9 Refs.

BUSTILLO P., A.E. Insectos plagas del café de importancia cuarentenaria para Colombia. In: LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 428-440. 23 Refs.

Resumen: En este capítulo se presenta una relación de los insectos plagas, que se considera que pueden tener un gran impacto en la caficultura colombiana, si por alguna razón lograran llegar al país, tales como: Chicharras; chinches antestia *Antestiopsis*; thrips *Diarthrothrips coffeae*; la chinche del café *Lamprocapsidae coffeae*; el medidor gigante *Ascotis selenaria reciprocaria*; la polilla de la cereza del

café *Prophantis smaragdina*; barrenadores del tallo de los cafetos *Xylotrechus quadripes*, *Acalolepta cervina* *Bixadus sierricola*, *Monochamus leuconotus*, *Dirphya nigricornis*; barrenador negro del tallo *Apate monachus*; el gorgojo khapra *Trogoderma granarium*. De estos insectos se presenta su descripción, biología, daños que causan y métodos de control.

BUSTILLO P., A.E. Perspectivas sobre el manejo de plagas en cafetales. In: **LOS INSECTOS y su manejo en la caficultura colombiana**. Chinchiná: Cenicafé: FNC, 2008. p. 442-466. 9 Refs.

RODRÍGUEZ V., N.; JARAMILLO L., C.; CHANG, S.T. Simple methodology for the cultivation of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* in Colombian coffee farms. In: **MARTÍNEZ C., D. CURVETTO, N. SOBAL M. MORALES, P. MORA, V.M.** Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas en el siglo XXI. México: Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales: Producción, Desarrollo y Consumo, 2008. 9 Refs. Ing. -- Capítulo 8

Resumen: El hongo comestible y medicinal *Ganoderma lucidum* se cultivó en subproductos de la industria cafetera en Colombia. La formulación empleada se preparó a base de aserrín de tallos de café, borra de café, salvado de trigo y cascarilla de algodón. La eficiencia biológica promedio obtenida fue de 24,2% en dos cosechas. Esta especie tiene buen potencial de cultivo comercial en Colombia.

SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMOS G., P.J. Algorithm to identify maturation stages of coffee fruits. In: **Advances in Electrical and Electronics Engineering: IAENG Special Edition of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008**. California: IEEE Computer Society, 2009. 8 Refs. Ing.

Resumen: This chapter presents a strategy to identify coffee fruits in five different maturation stages. The strategy is based on the separation among color loci of coffee fruits in different maturation stages, in the RG plane. To take advantage of this separation, a calibration algorithm was developed to delimit the regions. The algorithm was complemented with experts' criteria to make decisions in the intersections. The calibration procedure produces an identification

matrix that is then used to recognize the maturation stage of fruits passing in front of an optoelectronic device. The system showed acceptable efficiencies with a simple sensor and an inexpensive lighting system.

Conferencias

BOTERO E., J.E. Biodiversidad y café. In: **Salón Internacional del Café**. Pereira Marzo 12-15, 2009.

Resumen: Al hablar de café y su producción, se debe considerar la biodiversidad ¿Existe relación entre café y biodiversidad? son preguntas que vale la pena considerar en un evento sobre el café en Colombia. Y por supuesto, es también importante examinar cuáles son las estrategias que permiten promover la conservación de la biodiversidad en las regiones cafeteras. Usando como ejemplo los estudios realizados por Cenicafé sobre la biodiversidad en zonas cafeteras, se busca responder esas preguntas.

Folleto

OSPINA P., C.M. Proyecto: Selección de árboles y promoción de actividades forestales con Nogal Cafetero y Guayacán Rosado. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira: Cenicafé: SENA, 2008. 29 p. 8 Refs. Esp. (Establecimiento, Manejo y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales) (ISBN 978-958-8272-89-4)

Resumen: Sobre estas dos especies se presentan: sus usos, generalidades de la especie, morfología, silvicultura, propagación vegetativa, manejo de la plantación y plagas y enfermedades.

RIVILLAS O., C.A. La roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. se debe controlar. Manizales: Comité departamental de cafeteros de Caldas, 2009. 8 p.

Resumen: Para el control de la roya del cafeto, se recomiendan fungicidas protectores, que inhiben la germinación del patógeno sobre el hospedante y fungicidas sistémicos que por su efecto protector y curativo, afectan la germinación del hongo y detienen el proceso de infección dentro de los tejidos foliares. Entre los fungicidas protectores, los cúpricos han sido los más evaluados y son los recomendados para el manejo de esta enfermedad.

LA CUCHILLA de San Javier: Área clave para la conservación del oso de anteojos. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 4 p. BioNoticias No. 09.

Resumen: El 24 de junio de 2009, investigadores de Cenicafé que estudian el valor del sombrío para los monos nocturnos en la zona cafetera de San Vicente de Chucurí, con el apoyo de Rainforest Alliance, documentaron científicamente la presencia de osos de anteojos en la Serranía de los Yariguies. El oso fue observado, fotografiado y filmado, en un fragmento de bosque en “La cuchilla de San Javier” (Zapatoca, Santander), a pocos kilómetros del Parque Nacional (PNN) Serranía de los Yariguies.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; GÓMEZ P., C.R.; CHAPARRO C., M.C.; GARCÍA L., J.C. Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café: Calidad del café. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 5 folletos. 11 Refs.

Resumen: El Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café fue desarrollado para incluir aspectos que quieren llegar más allá de la certificación, basado en la experiencia de la implementación del programa UTZ CERTIFIED. El Sistema de Mejoramiento en combinación con la Guía de Buenas Prácticas en la producción de café y las herramientas de metodologías de capacitación, suministran soluciones prácticas para los desafíos más comunes de los productores de café y los facilitadores. Estas herramientas son también reconocidas oficialmente por UTZ CERTIFIED para facilitar la implementación del Código de Conducta UTZ CERTIFIED. El propósito del Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café es lograr que los productores estén en capacidad de identificar y resolver sus propios problemas en una forma continua y logren aumentar la productividad y la calidad de su producción, y estén preparados, de considerarlo conveniente, para certificar su finca en UTZ CERTIFIED u otros programas de certificación.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; GÓMEZ P., C.R.; CHAPARRO C., M.C.; GARCÍA L., J.C. Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café: Introducción al sistema. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 5 folletos. 17 Refs.

Resumen: El Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café, es una herramienta de capacitación para facilitadores que poseen

conocimiento de la producción de café, con el fin de que apoyen a los productores en el aprendizaje relacionado con: Identificación de las causas de los problemas más comunes. Priorización de los problemas. Implementación de soluciones prácticas de alto impacto. Adquisición del hábito de trabajar con un enfoque de mejoramiento continuo.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; GÓMEZ P., C.R.; CHAPARRO C., M.C.; GARCÍA L., J.C. Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café: Manejo ambiental. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 5 folletos. 5 Refs.

Resumen: Se deben realizar acciones para que los productores adquieran el hábito de trabajar con un enfoque de mejoramiento continuo y conozcan cómo: Identificar las causas de los problemas más comunes. Priorizar los problemas. Implementar soluciones prácticas de alto impacto. El Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café se basa en el enfoque 20/80, que significa, atender el 20% de los problemas que causan el 80% de los impactos negativos en el ingreso, las condiciones de vida y el medio ambiente; se apoya en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) de mejoramiento continuo; y se desarrolla a través de cinco módulos de capacitación: Productividad, Calidad del Café, Manejo del Negocio, Seguridad y Bienestar en el Trabajo y Manejo Ambiental.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; GÓMEZ P., C.R.; CHAPARRO C., M.C.; GARCÍA L., J.C. Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café: Productividad. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 5 folletos. 7 Refs.

Resumen: En el presente módulo, que hace parte del Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café, se describen algunos factores críticos y principios generales que inciden en la producción del cultivo. Estos elementos deben tenerse en cuenta para identificar y priorizar acciones tendientes a mejorar la productividad en finca. El mejoramiento constante de la productividad es una de las estrategias que debe implementar el productor de café para mantenerse en el tiempo y hacer frente al entorno. En este documento, la productividad se entiende como el mejoramiento de la relación entre los insumos utilizados para la producción y los productos obtenidos.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; GÓMEZ P., C.R.; CHAPARRO C., M.C.; GARCÍA L., J.C. Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café: Seguridad y bienestar en el trabajo. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 5 folletos. 10 refs.

Resumen: El presente módulo, que hace parte del Sistema de Mejoramiento Continuo en la Producción de Café, analiza los factores que intervienen en el desarrollo individual y social de los seres humanos, especialmente, lo que corresponde a las condiciones de trabajo en las fincas productoras de café, con el fin de intervenirlas y mejorarlas, y propender por el mejoramiento de la productividad de la finca.

GIRALDO J., M. Guía para monitoreo: mosca de la fruta. Guayaquil: Profiagro, 2009. 24 p. 15 Refs.

Resumen: Las moscas de las frutas constituyen la plaga de mayor importancia económica en la producción de frutas a nivel mundial. Esto no se debe únicamente al daño directo que producen a los frutos, cuando las hembras adultas colocan los huevos en su interior y las larvas al emerger se alimentan de la pulpa, desmejorando completamente su calidad, sino también por las restricciones cuarentenarias que imponen los países importadores libres de estos insectos, que no permiten y limitan la entrada de frutos provenientes de países que sí los tengan.

MEJÍA M., B.; GARCÍA C., P.M. Medidas de prevención y protección en los laboratorios. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009. 72 diap.

Resumen: Cualquier operación del laboratorio en la que se manipulen productos químicos presenta siempre unos riesgos. Para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente, antes de efectuar cualquier operación, asegurarse de disponer del material adecuado, manipulando siempre la cantidad mínima de producto químico, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados y tener previsto un plan de acción en caso de incidente o accidente.

Informes

BALDIÓN R., J.V.; GUZMÁN M., O.; JARAMILLO R., A. Comportamiento del clima durante el período enero 2007 junio 2009 en la zona cafetera colombiana. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009. 46 p.

Resumen: En la Sierra Nevada de Santa Marta el período seco de principios de cada uno de los tres años analizados se presentó definido como es habitual allí y las floraciones fueron normales. En el resto de tiempo el agua fue suficiente para el desarrollo del grano y las cosechas estuvieron dentro de lo normal. La Zona Noroccidental mostró floraciones y cosecha normal en el año 2007. El fenómeno de La Niña fue desfavorable ya que aumentó las lluvias y esto acortó el periodo de floraciones y las cosechas del segundo semestre del año 2008 y primer semestre de 2009 fueron de menor magnitud. En Zona Nororiental en general en el periodo analizado, las cosechas estuvieron cerca a lo normal y la presencia del fenómeno de La Niña en el año 2008 favoreció la disponibilidad de agua para el café en los sectores que tienen regímenes bajos de lluvia. En la Zona Central Occidental, la cosecha del año 2007 estuvo dentro de lo normal. La abundante lluvia del año Niña redujo la temperatura y el brillo solar y también fue adversa para las floraciones, las cosechas del segundo semestre de 2008 y primer semestre de 2009 se afectaron. Igualmente las lluvias altas del primer trimestre de 2009 han originado excesos hídricos desfavorables para las floraciones y la cosecha de final del año se puede reducir. En la Zona Central Oriental, la cosecha en el año 2007 fue normal. En el 2008 el efecto de La Niña no fue notorio y las cosechas estuvieron dentro de lo esperado; las floraciones del segundo semestre en Yacopí y Sasaima en parte se afectaron por exceso de lluvia y puede ocurrir alguna reducción de la cosecha en el primer semestre del 2009. En la parte norte (Buenavista y Sevilla) de la Zona Sur Occidental, las floraciones a principios de 2007 fueron adecuadas para una cosecha normal al final del año. En el segundo semestre de 2007 y durante el año Niña 2008 la lluvia fue abundante e interfirió con las floraciones ocasionado una disminución en las cosechas de café. En El Tambo y La Unión que corresponde a la parte sur de la Zona Sur Occidental, en el año 2007 aunque más lluvioso de lo habitual, la cosecha de café fue normal. El año Niña 2008 estuvo muy lluvioso con una consecuente disminución del régimen térmico y el brillo solar y a pesar de que las floraciones se registraron, la cosecha del primer semestre del 2009 en parte se pudo haber afectado. En la Zona Sur Oriental la lluvia y las cosechas de café en el año 2007 fueron normales. En el año Niña 2008 por el incremento de la lluvia en Dolores las floraciones de inicios del año se afectaron en parte y esto se debió reflejar en la cosecha de final del año. El primer trimestre de 2009 estuvo lluvioso

y poco favorable para las floraciones. En el área de Gigante tanto el clima como el cultivo estuvieron dentro de lo normal.

GUZMÁN M., O.; BALDIÓN R., J.V. Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica en el Ecotopo 106B: Departamentos de Caldas y Risaralda. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2009. 77 p. + 8 mapas + 1 cd rom. 24 Refs.

Resumen: Para el área del Ecotopo 106B ubicado en la vertiente oriental de la cordillera Occidental, enmarcado entre los cauces de los ríos Arquía y Risaralda y que cubre el sector cafetero comprendido entre los municipios de Marmato y Supía al norte y Mistrató y Guática al sur, se analizó el comportamiento de las variables de clima, se describieron los suelos predominantes por aptitud de uso y se determinó la disponibilidad hídrica para el cultivo de café. En toda el área la lluvia se incrementa con la altitud: en las cuencas de los ríos Supía, Sucio y Opirama a razón de 70 a 80 mm/100 m y en las de los ríos Tarría, Quinchía y Guática alrededor de 100 mm/100 m de ascenso por la vertiente. Los totales anuales varían de 1700 a 2300 mm que presentes en cerca de 200 días. A través del año la distribución de la lluvia es bimodal, con dos períodos muy lluviosos que se ubican alrededor de abril-mayo, octubre-noviembre y dos períodos de menores lluvias en enero-febrero y julio-agosto, enero-febrero es el menos lluvioso del año. La temperatura media anual fluctúa entre 17.1 °C y 23.1 °C, la mínima media anual entre 13.4 y 18.1 °C y la máxima media anual se sitúa en el rango de 21.4 a 29.5 °C. El brillo total promedio anual oscila de 1490 a 2047 horas y la humedad relativa media anual de 76 a 86%. Para el cultivo de café, en un año normal de lluvia, la preparación de los suelos se debe realizar en enero y julio para efectuar las siembras en febrero y agosto. Si la tendencia del año es a una baja disponibilidad de agua en el suelo, la preparación del terreno se realizará en febrero y agosto y las siembras se harán a mediados de marzo y en septiembre con el inicio de los períodos lluviosos. La baja disponibilidad hídrica en los suelos a comienzos y a mitad de año propicia floraciones de los cafetales de enero a marzo y de julio a septiembre, floraciones que responderán por la cosecha principal (65%) en el segundo semestre y por la de mitaca (35%) en el primer semestre del año.

BALDIÓN R., J.V.; GUZMÁN M., O. Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica en el Ecotopo

107B: Departamentos de Caldas y Risaralda. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 65 p. + 8 mapas + 1 cd rom. 23 Refs.

Resumen: Para el área del Ecotopo 107B ubicado en la vertiente oriental de la cordillera Occidental, influenciado por los valles geográficos de los ríos Cauca y Risaralda y que cubre el sector cafetero comprendido entre los municipios de Anserma y Belén de Umbría al norte y los de Viterbo y Belalcázar al sur, se analizó el comportamiento espacial y temporal de los elementos del clima, se describieron los suelos predominantes por aptitud de uso y se determinó la disponibilidad hídrica para el cultivo de café. La lluvia se incrementa con la altitud a razón de 70 mm/100 metros en el sector oriental y en 99 mm/ metros en la cuenca del Río Risaralda. Los totales anuales varían entre 1700 y 2600 mm, cantidades que están disponibles en 178 y hasta en 216 días del año con lluvia mayor o igual a 0.1 mm. Su comportamiento en el año es bimodal con dos períodos muy lluviosos (abril-mayo, octubre-noviembre) y dos de menor precipitación (enero-febrero, julio-agosto). La lluvia mensual incrementa sus cantidades a medida que se asciende por las diferentes laderas. La temperatura media anual fluctúa entre 17.4 y 20.1 °C, la mínima media anual de 13.7 a 17.1 °C y la máxima media anual está en el rango de 21.8 a 27.7 °C. El brillo solar total medio anual oscila entre 1516 y 1942 horas y la humedad relativa entre 78 y 85%. De acuerdo con la disponibilidad hídrica, en condiciones normales, la preparación de los suelos se debe hacer en enero y julio para realizar siembras en febrero y agosto para asegurar buena disponibilidad de agua para los cultivos recién establecidos; en un año con tendencia a poca lluvia, los suelos se deben preparar en febrero y agosto y ejecutar las siembras en marzo y septiembre cuando recién se inicia la época de lluvia en cada semestre. Del análisis general sobre la disponibilidad hídrica se deduce que en años normales de lluvia se obtendrán buenas cosechas y se tendrá mayor volumen de producción en el segundo semestre del año.

GUZMÁN M., O.; BALDIÓN R., J.V. Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica en el Ecotopo 209A: Departamentos de Risaralda y Valle del Cauca. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 66 p. + 8 mapas + 1 cd rom. 25 Refs.

Resumen: En el área del ecotopo 209A ubicado en la vertiente occidental de la Cordillera Central, que

cubre las áreas cafeteras de los municipios de Pereira, Ulloa y Alcalá, se analizó el comportamiento espacial y temporal de los elementos del clima, se describieron los suelos predominantes por aptitud de uso y se determinó la disponibilidad hídrica para el cultivo de café. La lluvia anual fluctúa entre 1400 mm en la parte baja de los ríos La Vieja y Cauca y alrededor de 2900 mm en el sector alto comprendido entre Pereira y Filandia; al norte en jurisdicción de Dosquebradas existe un núcleo de 2800 mm. Los días con lluvia oscilan entre 180 y 250 días en la franja de 1200 a 1500 m. Tiene distribución bimodal con dos períodos de máximas en abril-mayo, octubre-noviembre y dos de mínimas en enero-febrero, julio-agosto. Entre los 1000 y 1500 m de elevación, el descenso de la lluvia es muy similar a comienzos y mitad de año; de 1500 m hacia arriba se destacan julio y agosto como los menos lluviosos y se observa un incremento importante de la lluvia en enero y febrero. La temperatura media anual varía entre 18.9 y 21.9 °C, la mínima media anual entre 14.6 y 16.6 °C y la máxima media anual de 24.8 a 28.8 °C. El brillo solar medio anual se sitúa entre 1418 y 1894 horas y la humedad relativa está entre 77 y 82%. Los balances hídricos indican que la mejor época para la preparación de los suelos y establecer el cultivo está de enero a marzo y de julio a septiembre. La menor disponibilidad de agua en el suelo a comienzos de año favorece la floración de los cafetos de enero a marzo que responde por la cosecha principal en el segundo semestre; la disminución de la lluvia, aunque menor que la anterior, hacia mitad de año propicia las floraciones que darán origen a la cosecha de mitaca en el primer semestre del año.

BONILLA P., L. Utilización de los subproductos del proceso del beneficio húmedo del café pbhc para la producción de abonos orgánicos fermentados. Manizales: Universidad Católica de Manizales. Programa de ingeniería ambiental, 2008. 57 p. 14 Refs.

Resumen: En el Centro Nacional de Investigaciones de Café; Cenicafe, como parte de las investigaciones y las metodologías apropiadas para el cultivo y beneficio del fruto, se ha desarrollado una tecnología para el beneficio ecológico del café, vía húmeda, con el fin de controlar la contaminación potencial de las fuentes de agua ocasionada por la inadecuada disposición de los subproductos del proceso de beneficio (pulpa y mucílago principalmente), manteniendo o aumentando los ingresos del caficultor, además de obtener cafés de alta calidad, tanto física como en

taza (Roa *et al.*, 1997). Esta tecnología involucra la etapa de recolección, despulpado sin agua, remoción del mucílago, lavado y secado, donde se requiere el uso de agua para lavar el café, retirando de esta forma el mucílago fermentado y generando las aguas mieles o aguas residuales de lavado con un promedio aproximado de 27000 mg/L de DQO (Zambrano y col, 2006) representando de esta manera un alto riesgo de impacto ambiental.

BUSTILLO P., A.E. Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná (Colombia), Cenicafe - FNC, 2008. 466 p.

Resumen: Este libro es una recopilación didáctica y comprensible, de lo que representan los insectos y otros artrópodos para el cultivo del café en Colombia y de las opciones para resolver los problemas entomológicos de una manera sostenible.

Patentes

OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; BUENAVENTURA A., J.D. Desgranador mecánico de frutos de café de accionamiento manual. [Patente]. Chinchiná: Cenicafe, 2002.

Resumen: En la actualidad tanto en Colombia como en los demás países cafeteros no hay oferta de tecnología para la cosecha manual de café con la cual se logren altos porcentajes de selectividad acordes con la exigencia de calidad en la que se admite el desprendimiento en porcentajes muy bajos de frutos verdes. Se suma a esta problemática la necesidad de aumentar los rendimientos en las labores de cosecha con el fin de disminuir sus costos y aumentar la competitividad del café colombiano a nivel mundial. El objetivo de esta solicitud es presentar el diseño de un dispositivo manual que permite el desprendimiento masivo y selectivo de los frutos de café. Consiste de dos cuerpos de plástico o de otro material liviano, cada uno de los cuales contiene la mitad del sistema de desprendimiento, los elementos estructurales para soportarlos y unas cintas graduables con las que el operario lo asegura a su mano sujetándolo de una prolongación en forma de tubo. Los cuerpos abren o cierran con el fin de ubicar el dispositivo en la rama y desplazarlo a lo largo de la misma para generar el desprendimiento de los frutos maduros. Cada cuerpo consta de unos piñones de caucho espumado encargados de aplicar esfuerzos de flexión y torsión

a los frutos para desprenderlos. Están ubicados de manera que al encontrarse cerrado el dispositivo comprimen la periferia del racimo de café y cuando el operario realiza el desplazamiento a lo largo de la rama giran sobre sus ejes. Para lograr la selectividad, se cuenta con un sistema de frenos que permiten graduar la resistencia a la rotación de los piñones lo cual permite aplicar la fuerza necesaria para desprender principalmente frutos maduros.

SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E.; CARDONA D., J.A.; GONZÁLEZ R., F.O.; RAMÍREZ G., C.A.; RAMOS G., P.J. Alimentador de frutos de manera individual con acondicionamiento de materia prima [Patente]. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Para clasificar los frutos de café en forma automatizada, se requiere alimentarlos de manera individual y rápida en un dispositivo clasificador. El dispositivo alimentador además de cumplir con las condiciones de rapidez e individualidad requeridas, debe permitir manipular los frutos con suficiente delicadeza para no causar daños estructurales, e.g., causar despulpado del fruto. Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo que alimente frutos de manera individual, rápida, sin ocasionarles daños mecánicos, para una subsecuente clasificación. En este documento se describe una máquina para suministrar frutos individualmente con el fin de ser analizados posteriormente, por ejemplo con un dispositivo que los identifique y clasifique según su estado madurez. Antes de que los frutos entren al sistema de alimentación, se requiere de un acondicionamiento previo que incluye separación de frutos de inferior calidad e impurezas pesadas y livianas, y separación de frutos en racimos.

SANZ U., J.R.; RAMOS G., P.J.; OLIVEROS T., C.E.; CARDONA D., J.A.; RAMÍREZ G., C.A. Sistema de clasificación y selección de frutos por color [Patente]. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Para determinar el estado de madurez de productos agrícolas se utilizan diversos principios como el peso, forma, firmeza, humedad y color. Estas mediciones pueden ser destructivas o no destructivas, siendo preferidas las últimas por no desperdiciar producto. El color es una variable que se puede medir de forma no destructiva, por eso en este documento se presenta una máquina que posibilita la clasificación precisa de frutos dependiendo del estado de madurez por medio del análisis de color.

OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; PEÑUELA M., A.E. Secadores solares con cubiertas plásticas para café: Programa interactivo animado. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Las tecnologías para el secado solar desarrolladas en Cenicafé se utilizan en Colombia especialmente en fincas de pequeños productores (200 cps/año), para agregar valor al café y obtener un producto de buena calidad física y en taza. Con este aplicativo, con videos y fotografías, se busca complementar la información presentada por Cenicafé en los Avances Técnicos 305, 353 y 376 para la construcción y operación de los secadores solares y lograr mayor satisfacción de los usuarios, principalmente reducción en el costo de construcción, mayor duración, menores tiempos de secado y mejor calidad del café.

OLIVEROS T., C.E.; BUITRAGO B., C.M. Sistema para la medición de humedad del café en tiempo real en secadores mecánicos [Patente]. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009.

Resumen: La tecnología ofrecida actualmente, basada en la medición de la constante dieléctrica de los granos, que está relacionada con su contenido de humedad, mide la humedad de los granos en su periferia, por lo tanto al utilizarla en muestras extraídas del secador, sin reposar al menos durante 4 horas, da valores de humedad notoriamente inferiores al promedio de la masa de café, por lo cual no son apropiados para el control de la humedad durante el proceso de secado. En Cenicafé se desarrolló un método para medir la humedad del café en secado solar, basado en la relación en peso entre los estados húmedo y seco. Para la aplicación del método, denominado Gravimet, se utilizan una canastilla donde se coloca una muestra de café de 200g, granos sanos sin materia extraña, y una balanza electrónica de bajo costo para registrar el peso de la muestra; cuando ésta pesa 104 a 105g la humedad del grano debe estar entre 10 y 12%. Con la aplicación de este método se ha obtenido café seco en el rango del 10 al 12% en más de 90% de los lotes procesados. Partiendo del método anterior se diseñó un dispositivo que permite medir la humedad promedio de una capa de café durante el proceso de secado en silo. El Equipo consta de un sistema electrónico de precisión que registra, calcula el contenido de humedad y lo presenta en una pantalla LCD. Cuando la humedad alcanza un valor entre el 10

y el 12% activa una señal lumínica de alarma que le permite al usuario finalizar el proceso de secado

Ponencias

RAMÍREZ B., V.H.; JARAMILLO R., A. Modificaciones en la hidrología superficial debido a los cambios de cobertura y al índice de oscilación del sur en la zona andina colombiana. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008.

Resumen: El cambio en la cobertura vegetal se considera como uno de los factores de forzamiento interno del cambio climático, debido a que genera modificaciones en: el albedo superficial, en el balance de energía y en el ciclo hidrológico. Desde 1997, a la fecha se han desarrollado en la región, diversos estudios que han demostrado como varía la distribución de la lluvia en diferentes agroecosistemas como: café a libre exposición solar, bajo sombrío de guamo, eucalipto, pino y nogal, en bosque y en pasto. En el presente trabajo, se analizan los cambios en la hidrología superficial asociados a los cambios de bosque a café bajo sombra, luego a café a libre exposición y posteriormente a pasto, en la zona cafetera Colombiana, al igual que estudia la influencia de los cambios en el índice de Oscilación del Sur (ENSO Fenómeno de El Niño y La Niña) en la hidrológica superficial para cada una de las coberturas estudiadas. El trabajo se dividió en dos fases. La primera consistió en evaluar la dinámica de distribución de la lluvia en cada una de las coberturas, para lo cual se toman los modelos de distribución de la lluvia para cada una de las coberturas desarrollados en las estaciones experimentales de Cenicafé (Caldas), Paraguacito (Quindío) y El Jazmín (Risarcaldá) durante 1997 a 2004. La segunda fase, fue recopilar la información meteorológica para años con influencia del fenómeno de El Niño, La Niña y años sin presencia del fenómeno a nivel diario en cuatro estaciones meteorológicas de la cuenca del Río Chinchiná pertenecientes a la red de Federacafé. Con esta información, se evaluaron los cambios en la hidrológica superficial para cada una de las coberturas antes mencionadas. Se logra apreciar el efecto marcado en el cambio en las tasas de percolación, e interceptación de la lluvia en el dosel con los cambios de cobertura de café a pasto, y en menor proporción el cambio de bosque a café o café bajo sombra, de hecho cafetales muy adultos tienen

asíntotas de interceptación de lluvia mayor que el bosque, y por ende valores mas bajos de percolación. Además que se puede apreciar un efecto dramático en los cambios en la hidrología superficial asociados a fenómenos de El Niño y La Niña, especialmente en los eventos fuertes como los de 1997/1998 y 1999/2000 respectivamente.

RAMÍREZ B., V.H.; JARAMILLO R., A. Relación entre el Índice Oceánico de El Niño (ONI) y la distribución de las lluvias en la región andina de Colombia. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008.

Resumen: El fenómeno de “El Niña-La Niña” ha tenido una repercusión directa y significativa en la climatología del eje cafetero, especialmente en los patrones de distribución de las lluvias que es la principal fuente de agua para los cultivos de la zona. Varios trabajos desarrollados en Cenicafé ha demostrado que el fenómeno en la región genera es un alargamiento o acortamiento de los periodos de lluvias. El objetivo del presente trabajo fue el de correlacionar los cambios en la temperatura del océano pacífico y la distribución de las lluvias en la zona centro-occidente de Colombia. Para el desarrollo del presente estudio, se recolectó la información histórica de lluvias desde 1965 a 2005 de cuatro estaciones meteorológicas pertenecientes a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, ubicadas a lo largo de la cuenca del Río Chinchiná desde los 2088 msnm a 1026 msnm. El Índice Oceánico de El Niño (ONI por sus siglas en Inglés) relaciona los cambios de temperatura del Océano Pacífico sobre un valor medio, si éste valor está 0.5°C por encima o por debajo de la temperatura media (Período 1971 a 2000), están dada las condiciones para que ocurra el fenómeno. Para este estudio, se tomaron los datos del ONI reportados por Servicio Nacional Atmosférico de los Estados Unidos (NOAA-National Weather Service), y se correlacionaron mes a mes con la lluvia para cada una de las estaciones meteorológicas consideradas en el estudio desde 1965 a 2005. Se observó que existe para la zona, una relación estadísticamente significativa entre el ONI y la distribución de las lluvias en los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Junio, Julio y Agosto, considerados como los meses secos, y no existe una relación significativa para los meses de Abril, Mayo, Septiembre, Octubre y Noviembre, considerados como los meses lluviosos.

Indicando por lo tanto que El fenómeno del El Niño y La Niña afecta los patrones de lluvia de los meses secos, haciendo que sean más secos en El Niño ó mas húmedos en La Niña.

GONZÁLEZ O., H.; ZAPATA H., R.D.; SADEGHIAN K., S. Caracterización de los ácidos húmicos en la zona cafetera de Caldas y su relación con algunas propiedades del suelo. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 7 p. 12 Refs.

Resumen: Se evaluó el grado de humificación de los ácidos húmicos (AH) en suelos de la zona cafetera de Caldas, desarrollados a partir de diferente material parental y sometidos a dos condiciones de uso. Para tal fin se tomaron muestras en 20 cafetales a libre exposición solar e igual número de muestras en plantaciones de café con sombrero de guamo, ubicadas en suelos que de acuerdo al sistema de clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros corresponden las unidades cartográficas Chinchiná (Cenizas volcánicas), Guamal (Sedimentario), Doscientos (Ígneo), Tablazo (Metamórfico), Maiba (Ígneo) y Cascarero (Metamórfico). Los AH se aislaron y se purificaron mediante la metodología de la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas, y la humificación de los mismos se obtuvo con el método descrito por Kumada. Independientemente del material parental y del sistema de uso y manejo del suelo, se encontraron AH tipo P lo que indica un estado de madurez medio. Dicha condición varió para los cafetales al sol de la unidad Guamal, en donde la baja cantidad de lluvia y las altas temperaturas de la zona pudieron favorecer la maduración de los AH y la subsecuente manifestación de humus tipo A, y solamente en algunos lotes de la unidad Cascarero se encontraron AH tipo Rp. El grado de humificación de los AH no explicó satisfactoriamente los cambios en las variables físicas, químicas y morfológicas del suelo.

CALLE A., C.R.; SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. Desarrollo de un software DRIS para su implementación en café. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 7 p. 9 Refs.

Resumen: El DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) es una herramienta que permite interpretar mejor un análisis foliar, con el fin de establecer el grado de equilibrio entre los nutrimentos de un cultivo y con ello identificar sus necesidades de fertilización. A partir de una base de datos de análisis foliares y productividad se establecen las relaciones entre los elementos (A/B, B/A ó AxB) que corresponden a las mayores producciones y se agrupan dentro de la "Norma DRIS". A partir de la norma establecida, se calculan los índices DRIS de cada nutrimento y se determina el balance de los nutrimentos en cualquier análisis foliar. Con el fin de a implementar y validar su utilización en los programas de fertilización del cultivo del café, se desarrolló en el Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé un Software DRIS, basado en los fundamentos propuestos por Beaufils, a partir de datos de análisis foliares y productividad existentes en la Disciplina de suelos. Este sistema de información contiene un Módulo de persistencia que consiste en una base de datos en MySQL, fue desarrollado en C# y compilado con Mono y permite ser accedido a través de páginas web utilizando un servidor de páginas de ASP.NET. Actualmente se cuenta con los documentos requeridos para su desarrollo e implementación y la versión inicial permite realizar diagnósticos DRIS en una aplicación para Windows, bajo ambiente WEB, y en móviles con soporte para Java. La utilización y aplicación de los diagnósticos están siendo validadas experimentalmente en las recomendaciones de fertilización para este cultivo, basadas en el orden de requerimiento nutricional de los índices DRIS para cada nutrimento.

SADEGHIAN K., S. Respuesta a N, P, K y Mg en cafetales al sol y bajo semisombra. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 8 p. 19 Refs.

Resumen: En 32 plantaciones tecnificadas de café, 20 al sol y 12 bajo semisombra, se determinó la respuesta a la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en 25 municipios cafeteros de Colombia, durante cuatro años. Se evaluaron cinco tratamientos, un testigo en el que se aplicaron los cuatro nutrientes objeto de estudio (NPKMg) y otros cuatro que se determinaron con base en el criterio del elemento faltante: sin N, sin P, sin K y sin Mg. Las dosis empleadas fueron 240 kg/ha de N y de K₂O, 80

kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de MgO, aplicados en forma de Urea, Superfosfato triple, KCl y óxido de magnesio. En la mayoría de las localidades la producción de los cafetales al sol fue mayor que bajo semisombra durante todo el experimento. El análisis global de los resultados no indicó efecto de los tratamientos en el primer año de evaluación en ninguno de los dos sistemas, para los siguientes tres años se presentó una disminución significativa y creciente de la producción a través de tiempo cuando no se aplicó el N en los cafetales a plena exposición solar, y aunque se observó una tendencia similar en las plantaciones con el sombrero parcial, su magnitud fue menor y no se detectó estadísticamente. El comportamiento del rendimiento de café en función de los niveles de la MO, como indicador de la disponibilidad de N, se ajustó a una tendencia cuadrática. El potasio fue el segundo elemento más limitativo; en este sentido, se registró efecto a su aplicación en cafetales a libre exposición solar cuando el contenido de este elemento en el suelo era inferior a $0,2 \text{ cmolc.kg}^{-1}$, y aunque para el sistema semisombra se encontró un comportamiento similar, su significancia fue menor. Con respecto al P y Mg, no se presentó efecto alguno. Con relación al contenido foliar de los nutrientes, el N se redujo en menos de 0,16%, cuando éste no se incluyó en el plan de fertilización; en el tratamiento sin P se presentó una disminución no significativa de este elemento; mientras que al suprimir el K, sus niveles disminuyeron en promedio 33%. En la absorción del Mg jugó un papel más importante la aplicación de K que el mismo suministro de Mg. El Ca, Cu y Zn no se vieron afectados por los tratamientos, mientras que el B disminuyó por la fertilización nitrogenada.

ARANGO R., J.G.; SALAZAR G., L.F.; MORALES L., C.S. Establecimiento de coberturas vegetales en el cultivo del café. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 6 p. 14 Refs.

Resumen: Se llevó a cabo el establecimiento de las coberturas vegetales Maní forrajero (*Arachis pintoi* K.) y *Desmodium* (*Desmodium* spp.) en un cultivo de café variedad Castillo marca registrada Trinidad de seis meses de edad, sembrado a una distancia de 1,5 x 1,5 m en la Estación Central Naranjal en el municipio de Chinchiná, Caldas, en suelos derivados de Cenizas volcánicas (Melanudands), lo anterior con el objetivo de evaluar su desarrollo en el cultivo del

café y aporte de nutrimentos a partir de su biomasa, para ser usadas como una alternativa en el manejo integrado de arvenses, la prevención de la erosión e identificar su potencial como abonos verdes. Después de nueve meses de sembradas se encontró un mayor porcentaje de cobertura para *A. pintoi* (84%) que para *Desmodium* spp. (76%) al igual que la producción de biomasa con 4602 kg.ha⁻¹ de materia seca para *A. pintoi* y 2826 kg.ha⁻¹ de materia seca para *Desmodium* spp. evaluada dos meses después de su poda a 5 cm del suelo; en cuanto al aporte de nutrimentos por la biomasa *A. pintoi* presentó valores superiores que *Desmodium* spp. de N, P, K, Ca y Mg (122,4, 14,7 65,8 , 60,7 y 14 kg.ha⁻¹ respectivamente), mientras que la última presentó valores de 67,8, 7, 24,8, 24,7 y 6,2 kg.ha⁻¹ respectivamente. El maní forrajero puede presentar mejores características en cuanto a su establecimiento en el cultivo del café bajo las condiciones de estudio y es una cobertura de uso potencial como abono verde.

SALAMANCA J., A.; SOSA M., O.A.; SADEGHIAN K., S. Avances sobre fertilización foliar y utilización del sistema DRIS en café. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 8 p. 13 Refs.

Resumen: Con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización foliar, adicional a la fertilización edáfica, sobre la producción, la calidad física del grano y los contenidos foliares del cultivo de café, actualmente se lleva a cabo un experimento en cuatro Subestaciones Experimentales del Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé. Los tratamientos consisten en la aplicación foliar de fertilizantes como Urea, MAP, KCl, Quelatos de Ca y Mg, Boro, Nitrato de potasio, Nitrato de Calcio y la combinación de algunos de ellos, a los 60 y 90 días después del pico de floración de la mitaca y la cosecha principal. Además, se cuenta con dos testigos con fertilización edáfica: uno con base en el análisis de suelos y otro basado en el diagnóstico foliar DRIS. Para la cosecha obtenida durante el año 2007, no se encontró efecto de los tratamientos sobre la producción, ni sobre los parámetros de calidad, factores de conversión y rendimiento en trilla. Sin embargo, en algunos tratamientos se afectó la concentración de los nutrimentos, dependiendo de la localidad, así: Ca y Zn en La Catalina, K, Mn y B en Líbano, K, Mg y B en Naranjal, K y Ca en Paraguaicito.

Al excluir el K de los planes de fertilización edáfica en el Testigo DRIS, se redujeron sus contenidos foliares con respecto a la mayoría de los tratamientos en tres de las cuatro localidades. La aplicación foliar o edáfica de B, especialmente en Líbano, mostró un aumento significativo en su contenido. Según el análisis DRIS, los elementos más deficientes en casi todos los tratamientos fueron Mg y Fe; se encontró un efecto significativo de los tratamientos sobre los índices DRIS de Ca en La Catalina, Mn y B en Líbano, K y Mg en Naranjal y Ca y Fe en Paraguaicito. Para tener resultados más concluyentes al respecto, se evaluarán las cosechas del año 2008 y 2009.

GONZÁLEZ O., H.; SADEGHIAN K., S.; ZAPATA H., R.D.; MEJÍA M., B. Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio (Colombia), Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio (Colombia), Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 7 p. 26 Refs.

Resumen: Se efectuó una caracterización de la materia orgánica, consistente en cuantificar el carbono (C) de los ácidos húmicos (AH) y los ácidos fúlvicos (AF), de algunos suelos representativos de la zona cafetera de Caldas, contrastantes por su material parental y pertenecientes a las unidades cartográficas Chinchiná (material parental cenizas volcánicas), Guamal (material parental sedimentario), Doscientos (material parental ígneo), Tablazo (material parental metamórfico), Maiba (material parental ígneo) y Cascarero (material parental metamórfico). Se realizó un muestreo en 40 plantaciones de café, 20 de ellas a libre exposición solar y 20 con sombrío de guamo a dos profundidades: de 0 a 15 cm y entre 15 y 30 cm. Los AH y AF se aislaron y se purificaron mediante el método de la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas. No se detectaron diferencias en el contenido del C de AH entre las unidades de suelo. En general, en los cafetales con sombrío de guamo el contenido de C de los AH para los 30 cm de profundidad, fue el siguiente: Cascarero 48.3 %, Tablazo 41.1%, Doscientos 39.0%, Guamal 38.4%, Chinchiná 37.4% y Maiba 28.9%. La tendencia descrita varió para los cafetales a libre exposición solar, en tanto que el mayor promedio se registró en la unidad Chinchiná (40.2%) seguida por Maiba (40.1%), Cascarero (37.5%), Guamal (31.8%), Tablazo (25.7%) y Doscientos (23.9%). Al comparar los ecosistemas dentro de cada unidad de suelo, no hubo diferencias para el contenido de C de AH, a excepción

de las unidades Guamal y Doscientos, en donde los promedios hallados en cafetales con sombrío fueron significativamente superiores a los de cafetales a libre exposición solar. La concentración de C de los AF fue estadísticamente igual en todas las unidades y ecosistemas, con promedios equivalentes al 10.2% del C de los AH. No se encontró relación entre el nivel de C de los AH con las variables químicas contempladas en el estudio. Respecto al C de AF, se presentó correlación significativa con la CIC.

ARANGO R., J.G.; SALAZAR G., L.F.; MORALES L., C.S. Interferencia de coberturas vegetales en el cultivo del café. CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 7 p. 10 Refs.

Resumen: Con el objetivo de evaluar el efecto de Maní forrajero (*Arachis pintoi* K.), *Desmodium* (*Desmodium* spp.) y arvenses nobles propias de la zona central cafetera sobre el crecimiento del café y propiedades físicas y químicas del suelo, estas se establecieron en la zona de raíces (plato) y en las calles del café, igualmente se tuvieron tratamientos con cobertura en las calles del cultivo y sin cobertura en la zona de raíces o con la adición del mulch en el plato, se evaluaron nueve tratamientos además de un testigo libre de arvenses bajo un diseño completamente aleatorio con 6 repeticiones. El experimento fue ubicado en la Estación Central Naranjal en el municipio de Chinchiná, Caldas, en un cultivo de café variedad Castillo marca registrada Trinidad de seis meses de edad, sembrado a una distancia de 1,5 x 1,5 m y con dos tallos por sitio, en suelos derivados de Cenizas volcánicas (Melanudands). El efecto de las coberturas sobre el café se evaluó sobre la altura y número de cruces de la planta a los 24 meses de edad y 12 meses después de establecidas las coberturas, igualmente se evaluó la humedad volumétrica del suelo a los 18 meses de edad del cultivo en una época seca. Los tratamientos presentaron efecto sobre la humedad volumétrica del suelo, la altura y el número de cruces en la planta de café, *A. pintoi* en platos y calles presentó la mayor humedad del suelo (35,1%) mientras que el *Desmodium* spp. en platos y calles presentó el menor valor (29,4%). Para la altura de la planta los valores más altos se encontraron en el testigo, coberturas nobles en platos y calles y *Desmodium* spp. en forma de mulch en los platos con valores de 148, 147 y 146 cm respectivamente, el valor más bajo se obtuvo con

Desmodium spp. en calles y platos (127 cm). En cuanto al número de cruces en la planta de café el valor más bajo (40) correspondió al tratamiento *Desmodium* spp. en platos y calles; los valores mayores (49, 47, 47) se obtuvieron con el testigo, coberturas nobles en platos y calles y *Desmodium* spp. en forma de mulch en los platos respectivamente. *Desmodium* spp. puede afectar el desarrollo de la planta de café cuando se establece en los platos del cultivo. El maní forrajero y las coberturas nobles en platos y calles, no presentaron efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas de café bajo las condiciones del estudio.

BOTERO E., J.E.; SÁNCHEZ C., L.M.; ESPINOSA A., R. La Reinita Cerúlea en las zonas cafeteras de Colombia. In: CUMBRE de la Reinita Cerúlea, 3.; Cumbre de la Reinita Alidorada, 2. Bogotá, Octubre 21-25, 2008. Planeación de la conservación de las aves migratorias y residentes en los Andes del Norte.

Resumen: Las aves migratorias representan un gran reto de conservación, especialmente aquellas especies amenazadas en toda su distribución. Tal es el caso de la Reinita Cerúlea (*Dendroica cerulea*), cuya preferencia por los hábitats arbolados de altitudes medias en las montaña de los Andes de Colombia, une su futuro a nuestra caficultura. Analizamos los 125 registros que tenemos de esta especie dentro de la base de datos de aves de las zonas cafeteras de Colombia del Programa de Biología de la Conservación de Cenicafé (1997-2007). Para clasificar su afinidad por nuestras áreas de estudio, comparamos los estimativos de tamaño poblacional mundial de las migratorias terrestres que visitan la zona cafetera con la abundancia en nuestros registros. Hemos registrado un total de 136 individuos en el 15% de los días de censo en los que se han registrado migratorias. Estos registros provienen de 12 localidades (6 departamentos) en las tres cordilleras, en un rango temporal desde un 11 de Septiembre hasta un 21 de Abril. El 83% de los individuos han sido observados en cafetales con sombra y 17% en vegetación natural, desde robleales en buen estado hasta matorrales de vegetación secundaria. Todos los registros están dentro de lo esperado según otras descripciones del rango y ecología de la especie en Colombia. Entre las 30 migratorias terrestres analizadas, es la 13va en abundancia y la 12va en frecuencia; la consideramos como una especie relativamente común porque tenemos registros de más de 100 individuos, con una frecuencia mayor a 0.1. Tenemos más registros

de Reinita Cerúlea de los que esperaríamos según su tamaño poblacional, así que la clasificamos como afín con las zonas cafeteras de Colombia, coincidiendo con otros autores respecto a su importancia como prioridad de conservación en esta región. Sin embargo, para conocer aspectos detallados de su ecología se requieren estudios más puntuales y directos que los que hemos realizado hasta ahora. Por todas estas razones, hemos seleccionado a la Reinita Cerúlea para nuestras investigaciones futuras.

LÓPEZ L., A.M.; ESPINOSA A., R.; FRANCO R., N.G.; BOTERO E., J.E. Censos participativos de aves en las zonas cafeteras colombianas. In: CUMBRE de la Reinita Cerúlea, 3.; Cumbre de la Reinita Alidorada, 2. Bogotá, Octubre 21-25, 2008. Planeación de la conservación de las aves migratorias y residentes en los Andes del Norte.

Resumen: Las comunidades cafeteras están llamadas a jugar un papel muy importante en la onservación de la biodiversidad por vivir en los andes tropicales, una de las ecoregiones más ricas en flora y fauna. Esta región es además utilizada por varias especies de aves migratorias como zona de invernada. Sin embargo, para lograr que las comunidades se involucren en procesos de conservación es necesario que reconozcan la gran diversidad que les rodea, así como su particular importancia en un marco global. Por otra parte es necesario que obtengan el conocimiento básico acerca de cómo los cambios que ellos realizan en el paisaje, pueden impactar de manera positiva o negativa el estado de esta biodiversidad. El proyecto “censos participativos de aves” busca acompañar a la comunidad en este camino de aprendizaje, mediante un programa secuencial. El eje central de este programa son los censos de las aves de la región con la comunidad, los cuales realizamos a partir de observaciones desde puntos de conteo, recorridos de observación y captura con redes, donde la comunidad está siempre presente. Alrededor de esta actividad principal, realizamos otras actividades complementarias que ayudan a la comunidad a entender, asimilar e interpretar la información que estamos obteniendo. Esto lo hacemos a través de actividades lúdicas, que representan para las personas un momento de esparcimiento de sus labores. Cuando las personas han comprendido el valor de la riqueza natural que los rodea, generalmente surgen iniciativas de conservación. El proyecto, apoya estas iniciativas con asesoría técnica y gestión de recursos. De esta

forma, esperamos que sea la misma comunidad la que se responsabilice por la conservación en su región. Durante cuatro años del proyecto, hemos trabajado con 23 comunidades cafeteras en diferentes sitios de Colombia. En este momento siete comunidades ya realizan acciones de conservación y hemos ampliado el conocimiento ornitológico de la zona cafetera colombiana. Hemos aprendido varias lecciones que incorporamos al proyecto y que deben ser tenidas en cuenta al iniciar proyectos de características similares: trabajo con grupos organizados, retroalimentación y comunicación constante, flexibilidad, adaptabilidad, identificación oportuna de actores, instauración de capacidad y cooperación interinstitucional.

HINCAPIE G., E.; HENAO T., M.C. Efecto de la fertilización del café sobre la composición de la fase líquida en suelos derivados de cenizas volcánicas. In: CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 8 p. 7 Refs.

Resumen: Con el fin de conocer la disponibilidad de nutrimentos en la solución del suelo y las pérdidas de iones por lixiviación y escorrentía, se evaluó la composición de la fase líquida del suelo. La investigación se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, en la Estación Central Naranjal, ubicada en el municipio de Chinchiná - Caldas, en un Andisol (Unidad Chinchiná) con una pendiente del 75%; cultivado con café variedad Colombia. Se evaluaron 10 tratamientos, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial $3 \times 3 + 1$, tres niveles de nitrógeno: 0, 150 y 300 kg de N como urea y tres niveles de potasio: 0, 150 y 300 kg de K_2O como cloruro de potasio por hectárea por año y un testigo absoluto. Se determinó la concentración de iones en la solución del suelo, en las aguas de escorrentía y en las aguas de drenaje a través del tiempo. La concentración de iones en la solución del suelo presentó diferencias estadísticas significativas entre épocas de muestreo, 21 días después de la aplicación de los tratamientos se encontraron las máximas concentraciones de los iones K^+ , Cl^- y Ca^{2+} para los tratamientos fertilizados con diferentes dosis de K_2O y de los iones NO_3^- y NH_4^+ para los tratamientos fertilizados con diferentes dosis de N. La concentración de iones en las aguas de escorrentía fue muy baja y no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos

evaluados. Al igual que en los casos evaluados anteriormente, la cantidad de nutrimentos que se pierden en las aguas de lixiviación fueron muy bajas, las mayores pérdidas correspondieron al ión NO_3^- , las pérdidas de este ión aumentaron a medida que se aumentó la dosis de urea; para el caso del potasio, las pérdidas de este catión son muy bajas y no se observa una tendencia clara con la aplicación de KCl.

RAMÍREZ O., F.A.; HINCAPIÉ G., E. Riesgo a la erosión en la zona cafetera central del departamento de Caldas. CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 8 p. 20 Refs.

Resumen: En la zona cafetera colombiana la erosión constituye uno de los problemas agrícolas y ambientales más serios, debido a lluvias de gran intensidad y duración, a la diversidad de suelos y las fuertes pendientes; por ello se hace necesario conocer su magnitud para realizar planes de uso y manejo eficientes y focalizar esfuerzos donde realmente se necesitan. Esta investigación se propuso con el objetivo de generar un instrumento para estimar el riesgo a la erosión, para ello se empleó la ecuación universal de pérdida de suelo con modificaciones, utilizando el análisis multiplicativo de los factores erosividad (R), erodabilidad (K), longitud y gradiente de la pendiente (L y S). La erosividad se determinó mediante el Índice de Erosividad EI30 calculado a partir del índice de Fournier modificado $IFM = \delta (p^2/P)$ y espacializados mediante interpolación Kriging; la erodabilidad o factor K se determinó en forma directa en condiciones de laboratorio, utilizando un simulador de lluvias y muestras de suelo disturbadas obtenidas en 72 puntos de muestreo, los cuales fueron georeferenciados con el fin de espacializar la información; los factores longitud y el gradiente de la pendiente, se determinaron con la ayuda del modelo de elevación digital. Con la información obtenida de las pérdidas de suelo por erosión y la profundidad del horizonte A, fue posible diferenciar zonas por el riesgo a la erosión apoyado con sistemas de información geográfica, se encontró que el 78% de la zona estudiada presenta alto riesgo a la erosión potencial.

ARIAS S., E.; SADEGHIAN K., S.; MEJÍA M., B.; MORALES L., C.S. Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación del nitrógeno aplicado

en la fertilización. In: **CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 14. Villavicencio, Octubre 29-31, 2008: Resúmenes. Villavicencio: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. 7 p. 22 Refs.**

Resumen: En las últimas décadas ha aumentado la preocupación acerca del efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación del nitrógeno (N), principalmente debido a la contaminación ambiental y la disponibilidad de este elemento para las plantas. En el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, se evaluaron las pérdidas por lixiviación del N aplicado en la fertilización en suelos con diferentes texturas. Para tal fin se seleccionaron suelos con textura franco-arenosa, franco y franco-arcillosa; la primera proveniente de las unidades cartográficas San Simón (Eutropept) y Montenegro (Fulvudands), y las dos últimas de las unidades Chinchiná (Melanudands) y Doscientos (Dystropept), respectivamente. Las pérdidas de N (amonio + nitrato), fueron evaluadas mediante columnas de lixiviación, a las cuales se le aplicó Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) y riegos periódicos para recoger y analizar el agua drenada. Las pérdidas de N fueron equivalentes al 33 % de la cantidad aplicada en la unidad San Simón (franco-arenosa), 42 % en Montenegro (franco-arenosa), 36 % en Chinchiná (franco) y 23 % en Doscientos (franco-arcillosa). En los cuatro suelos estas ocurrieron más en forma de amonio (entre 12 y 30 %) que de nitrato (entre 10 y 13%), comportamiento que se asoció con un exceso de humedad que generó condiciones de anoxia en el suelo y limitó la oxidación del amonio. Las pérdidas totales del N, antes que la textura, se asociaron con otras propiedades del suelo como el pH, el contenido de materia orgánica y de humedad, la porosidad y la mineralogía del suelo. La fertilización con N contribuyó a mayores pérdidas por lixiviación de K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} en el suelo, excepto en el suelo de la unidad Chinchiná, en el cual las pérdidas de Ca^{2+} y Mg^{2+} se redujeron por el aumento del pH y el subsecuente incremento de la capacidad de intercambio catiónico.

SANZ U., J.R.; RAMOS G., P.J.; OLIVEROS T., C.E. Optoelectronic analyzer of coffee fruits In: WORLD Congress on Engineering and Computer Science. San Francisco, Octubre 22-24, 2008. p. 631-636. 8 Refs. Ing.

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo y la implementación de una estrategia de identificación de frutos de café en cinco diferentes estados de madurez. La estrategia se basó en la separación de

nubes de puntos que representan los diferentes estados de madurez, en el plano RG. Como innovación de esta investigación, se desarrolló un algoritmo de calibración usando envolventes convexas y funciones de interpolación cúbica spline, sobre las nubes de puntos, para delimitar cinco regiones de los estados de madurez. Para tomar decisiones en las intersecciones de las regiones se utilizó un análisis basado en el criterio de un experto. En el procedimiento de la calibración se generó una matriz de identificación que es usada para el reconocimiento de frutos de café que pasan enfrente de un dispositivo optoelectrónico. El sistema mostró resultados promisorios con el uso de un sensor sencillo y de un sistema de iluminación económico.

RODRÍGUEZ V., N. Producción de etanol a partir de los subproductos del café. In: Bio 2009. IV seminario Latinoamericano y del Caribe de biocombustibles. Abril 28 30. Cali , IICA: OLADE: FAO, 2009. -- Con el apoyo técnico del Ministerio de Minas y Energía

Resumen: El objetivo de este trabajo de investigación es evaluar la factibilidad técnica y económica del proceso de producción de alcohol carburante a partir de la pulpa y el mucílago de café.

NUÑEZ, J.; BEDOYA, O.; BASTO, N.; GAITÁN B., A.L.; DOMÍNGUEZ, J. Aislamiento y caracterización del gen CRY2 de *Coffea arabica*. Yopal: Congreso nacional de ciencias biológicas, 2008.

Resumen: En Colombia la floración del café ocurre de manera dispersa, disminuyendo la eficiencia de la cosecha, afectando la calidad del café y haciendo más costoso el control de plagas como la Broca. Sincronizar la floración sería deseable, pero requiere primero la caracterización de genes relacionados con la diferenciación y el desarrollo floral. El gen cry2 (Criptocromo 2) hace parte de la activación de la floración y puede contribuir al conocimiento de la interacción genotipo-ambiente en plantas de café. Para su aislamiento se amplificó un fragmento de 652pb usando primers degenerados que alinearan con regiones conservadas de los ortólogos correspondientes en otras especies. Utilizando como sonda este fragmento, se identificaron 6 clones positivos en una librería BAC conteniendo 9x el genoma de *Coffea arabica* var. Caturra en 110,592 clones de 100Mpb en promedio. La secuenciación de un clon permitió identificar una región de 3,638pb con identidad del 65% al cry2 de *Arabidopsis thaliana*.

El análisis con el programa Promoter Finder localizó la caja TATA y regiones TFII del promotor. El gen presentó 4 exones con un ORF de 1923pb (641 aminoácidos). La proteína putativa contiene los dominios conservados de la DNA fotoliasa hacia el extremo N-terminal y de la unión a FAD en el extremo C-terminal. Esta es la primera secuencia completa de un gen relacionado con la floración en *Coffea*. Estudios en la conservación de los dominios de cry2 y su posible regulación por efecto del fotoperiodo permitirán endender su importancia en la inducción y sincronización floral del cafeto.

PUERTA Q., G.I. Buenas prácticas para el aseguramiento de la calidad del café de Colombia. II Feria Internacional de Cafés Especiales: ExpoEspeciales, 2009.

Resumen: En esta ponencia se presentan las Buenas Prácticas Agrícolas, BPA, como un conjunto de recomendaciones para el mejoramiento de los procesos producción del café en las fincas de Colombia. Se menciona la historia de las Buenas Prácticas de Manufactura, se describen las mejores prácticas durante el cultivo, la recolección, el beneficio, el almacenamiento y el transporte del café desde las fincas y los requerimientos para el sistema de aseguramiento y trazabilidad de la calidad del café. Se destacan las ventajas de la aplicación de las BPA en las fincas y las BPM en la industria cafetera como: protección social y capacitación de los trabajadores del café, protección del medio ambiente, uso más eficiente de los insumos, aseguramiento de la buena calidad e inocuidad del café y satisfacción de las expectativas de los consumidores de la bebida.

RODRÍGUEZ, A.; LOUREIRO, A.; VARZEA, V.; GAITÁN B., A.L. Caracterización molecular de especies de *Colletotrichum* spp. Asociadas a *Coffea arabica* en Colombia para su aplicación en el diagnóstico fitosanitario. Yopal: Congreso nacional de ciencias biológicas, 2008.

Resumen: El género *Colletotrichum* se encuentra asociado al café tanto como saprófito, causando ocasionalmente antracnosis en el continente Americano, como en calidad de parásito, produciendo en África la enfermedad de las cerezas del café (CBD), de gran importancia económica. Para caracterizar las poblaciones de *Colletotrichum* spp. asociadas a cafetales en Colombia y diferenciarlas de su contraparte africana, se determinó la variabilidad

genética en 25 aislamientos de *Colletotrichum* spp, obtenidos a partir de hojas colectadas en la zona cafetera central, comparándolos con ADN genómico de aislamientos de *C. kahawae*, agente causal del CBD, procedentes de Zimbabwe, Camerún, Kenia y Malawi. Mediante análisis de BLASTn de regiones de rADN (ITS) y á-tubulina, se determinó que las especies presentes en Colombia correspondieron a *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*. No fue posible discriminar entre si a las especies por sus características microscópicas ni mediante el uso de la prueba de Hidrólisis de Caseína. Las secuencias de ADN tampoco separaron a *C. gloeosporioides* de *C. kahawae*, lo que sí se logró usando marcadores AFLP, presentándose en el dendrograma resultante dos grupos principales: uno agrupando a *C. acutatum* y otro con *C. gloeosporioides* y *C. kahawae*. Estos resultados sugieren una reciente separación evolutiva de estas dos especies. Con marcadores AFLP polimórficos se diseñaron primers para marcadores SCAR, con el fin de identificar especies mediante diferencias en curvas de desnaturación de qRT-PCR. Un amplicón separó a *C. gloeosporioides* de *C. kahawae*, obteniéndose una alternativa inicial para el diagnóstico fitosanitario rápido de material importado o brotes de CBD sospechosos.

VALDES G., S.P.; GÓNGORA B., C.E. *Beauveria bassiana* UV resistance in the laboratory and its virulence against the coffee berry borer in the field. Utah: Meeting of the society for invertebrate Pathology, 2009. 42nd annual meeting August 16 20

Resumen: The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* displays a great potential as biological controller of insects. Nevertheless, the effectiveness of this microorganism depends to a large extent on its persistence under field conditions, which is affected by the solar radiation, particularly by UV-A and UV-B wavelengths. In studies under laboratory and field conditions it has been found that the highest coffee berry borer (CBB) mortality in laboratory conditions (100 %) is caused by a mixture of strains (Bb 9001, Bb9024 and Bb9119), that individually are low virulent strains, compared with the strain Bb 9205 considered a high virulence strain (88% mortality). However, under field conditions a good performance on CBB was exhibited by both, the mixture (67%) as well as the Bb 9205 (60%). In order to know the possible causes for this behavior, an evaluation of UV light resistance of the *B. bassiana* strains was done. Three ARSEF strains were tested (Bb718, Bb1053 and Bb2997), in addition to the individual low virulence

strains (Bb 9001, Bb9024 and Bb9119), the mixture of these three, and the high virulence strain Bb 9205. All the strains were exposed to UV-A radiation, followed by UV-B and visible light by a 15 min periods. A higher percentage of resistance to UV light was found in the strain Bb 9205 compared to the mixture of low virulence strains, which is perhaps favoring the Bb 9205 strain under field conditions. On the other hand, the mixture showed a high potential because a lower concentration of spores is required to cause the highest mortality. A good formulation of this mixture will improve its field UV resistance and also virulence. This work has been co-financed by the Ministry of Agriculture and Rural Development of Colombia.

GÓNGORA B., C.E.; GAITÁN B., A.L.; MONCADA B., M. DEL P.; CRISTANCHO A., M.A.; RIVERA S., L.F.; OROZCO, C.E.; BUELL, R.; CADENA G., G.; ALDWINCKLE, H.; YEPES, M. Use of normalized cDNA libraries for enrichment of non redundant EST sequences and construction of a cDNA array for functional analysis of the coffee transcriptome. San Diego: The international conference on the status of plant and animal genome research, 2009. -- Plant and animal genome XVII January 10 14

Resumen: A collaborative research project between the Colombian National Coffee Research Center (CENICAFÉ), Cornell University, and the Institute for Genomic Research (TIGR) co-funded by the Colombian Coffee Growers Federation, the Colombian Ministry of Agriculture, and the US National Science Foundation focused on the construction of three coffee normalized cDNA libraries: one for the allotetraploid *Coffea arabica* (mixed tissue), and two normalized libraries for the diploid species *C. liberica* (leaf and seeds). Normalized libraries enriched for non-redundant expressed sequence tagged (EST) sequences that were used in the fabrication of a coffee c-DNA array for functional analysis of the coffee transcriptome. The coffee microarray includes 33,263 cDNAs (19,074 correspond to *C. arabica* and 14,189 to *C. liberica*) and has been used to obtain expression profiling data, using RNA populations from coffee plants from genotypes with differential response to biotic stress (rust and coffee berry borer) for analysis of pathways and novel candidate genes that could be manipulated to enhance resistance. The generation of normalized libraries allowed a broader survey of the *C. arabica* and *C. liberica* transcriptome by enriching for rare mRNAs including transcripts from five different tissues

(leaf, roots, seeds, flowers, and callus). Normalization generated a 2X enrichment in unigenes reducing redundancy and increasing array density. Quality control during amplification and sequencing allowed to generate longer cDNAs that were spotted directly on the screening array. The coffee microarray is also being used to identify genes affecting other traits of importance in coffee production.

SANABRIA, C. P.; GALEANO V., N.F.; BASTO, N.; GAITÁN B., A.L.; DOMÍNGUEZ T., J. R. Expresión génica del ortólogo de CRYP2 en plántulas de *Coffea arabicavar*. Caturra. Yopal: Congreso nacional de ciencias biológicas, 2008.

Resumen: En plantas, los genes de criptocromos producen fotorreceptores de luz azul que hacen parte de la red de señales relacionadas con los ritmos circadianos, el inicio de germinación, procesos de de-etiolación y con las rutas de activación genética de la floración. El conocimiento de la estructura y los patrones de expresión de ortólogos de criptocromos en café, puede contribuir al entendimiento de la fisiología de este cultivo bajo las condiciones climáticas de Colombia. Mediante el uso técnicas genómicas se obtuvieron ortólogos del gen CRYP, caracterizados por codificar flavoproteínas con un dominio DNA fotoliasa y otro de unión a FAD. Para el ortólogo de CRYP2, se midieron los niveles de expresión en *Coffea arabica* var. Caturra, tanto en diferentes órganos de la planta (raíz, tallo, hoja, flor y fruto), como en dos tiempos de exposición a luz blanca (0 y 12 horas), usando qRT-PCR. Los datos se analizaron por medio de cuantificación relativa, utilizando como gen normalizador la Ubiquitina, y la raíz como órgano referente, por no estar expuesto a la luz. Los resultados obtenidos muestran estadísticamente una mayor expresión relativa de CRYP2 en raíces que en hojas, tanto a las 0 h como a las 12 h de exposición a luz blanca. Se sugiere que en plántulas de café este gen está involucrado en la morfogénesis de raíces, donde la inducción o la degradación lenta del mRNA, al igual que en *Arabidopsis*, regula la elongación de raíces primarias, y sin descartar sus posibles interacciones en otros órganos de la planta.

CÁRDENAS D., F.L.; GALEANO V., N.F.; O'BRIEN, K.; YEPES, M.; GEOFFROY, M.; BUELL, R.; GAITÁN B., A.L. Perfiles de expresión genética de la planta de café en interacciones compatibles e incompatibles con la roya del cafeto. Yopal: Congreso nacional de ciencias biológicas, 2008.

Resumen: La roya del café (*Hemileia vastatrix*) es una enfermedad limitante en todo el mundo. En Colombia, las variedades de café mejoradas usando el Híbrido de Timor han empezado a perder la resistencia completa a la roya, permaneciendo un remanente importante de resistencia incompleta. Con el fin de entender la interacción planta-patógeno a nivel molecular, se realizó un perfil global del transcriptoma de la planta del café, en la interacción de genotipos resistentes y susceptibles con *H. vastatrix*. Para esto se construyó un microarreglo de cDNA con 36.460 sondas de una librería normalizada de hojas *C. arabica* y *C. liberica*. Los mRNA fueron extraídos en 30, 70 y 120 horas pos-inoculación, de hojas de plántulas de seis meses. 1644 clones se asociaron a la interacción planta patógeno, 715 presentaron cambios de expresión, 232 se expresaron en las primeras horas pos-inoculación en el genotipo resistente, 343 en el susceptible y 241 en los dos. 350 genes en Híbrido de Timor, 241 en Caturra y 237 en ambos genotipos, se expresaron durante las últimas horas. Se escogieron 10 genes para confirmar expresión mediante qRT-PCR, en donde 7 presentaron expresión en las primeras horas y 3 tuvieron expresión variable, corroborando las expresiones diferenciales. La principal vía metabólica identificada se relacionó con especies reactivas de oxígeno, otras con cambios a nivel de pared celular y citoesqueleto, transferasas e invertasas de azúcares y degradación de proteínas. Estas vías son candidatas para proveer a las plantas de café con resistencia a la roya.

RINCÓN, E.A.; GIL P., Z.N.; CONSTANTINO C., L.M.; OSPINA P., C.M. Registro de dos nuevas plagas forestales de importancia en plantaciones de Tambor *Schizolobium parahyba* y de Chaquiro *Retrophyllum rospigliosii*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009. Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 170.

Resumen: La Federación Nacional de Cafeteros, viene implementando el monitoreo y diagnóstico de plagas asociadas a plantaciones forestales, enfocándolas a aquellas que representen daño al desarrollo de los árboles o al de la madera, para formular medidas de manejo oportunas. En el 2004, se reportó la presencia de un insecto en plantaciones de Tambor con una incidencia del 95% y severidades entre el 20 y 100%, cuyo agente corresponde a *Mysaromima liquescens* Meyrick 1926, (Lepidoptera: Oecophoridae). Este insecto produce orificios de 4 mm en el primer tercio

del tallo, deteriorando la calidad de la madera, por la presencia de galerías y la patogénesis del hongo *Graphium* sp. (Deuteromycete: Stilbelacea), que obstruye los conductos vasculares causando el manchado de la madera y el secamiento de los árboles. Para controlar la acción del insecto se realizaron liberaciones de *Trichograma* sp, disminuyendo el nivel de incidencia. Para Chaquiro, en plantaciones ubicadas en Fredonia, en el 2008 se reportó una defoliación severa en plantaciones de 8 años de edad, producida por una larva de hábito nocturno, cuyo ataque se concentraba en focos. El daño se caracterizaba por cortes irregulares en los folíolos, bordes necróticos en los extremos, que conllevan a la necrosis total y caída del foliolo afectado, produciendo un secamiento descendente. La especie corresponde a *Anisodes urcearia* Guenée, 1858 (Lepidoptera: Geometridae), de amplia distribución en Centro y Suramérica (Paraguay). El control de la plaga se hizo en forma integrada: *Bacillus thuringiensis* para controlar larvas de segundo al cuarto instar, trampas de luz tipo Shanon para adultos y *Beauveria bassiana*, 1x10¹² e/g, para pupas.

CONSTANTINO C., L.M.; GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A.E.; BENAVIDES M., P. Impacto de los frutos de café caídos al suelo e infestados por la broca *Hypothenemus hampei* Coleoptera: Scolytinae sobre la infestación en el árbol. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 178.

Resumen: Los frutos brocados caídos se constituyen en el principal problema en cafetales afectados por esta plaga, pues aseguran altas infestaciones en la cosecha siguiente. Para confirmar esto, se determinó el impacto de estos frutos sobre la infestación de broca en la cosecha mitaca de 2007 y la principal de 2008 en cuatro altitudes (1218, 1381, 1470 y 1700 msnm). Se evaluaron cinco tratamientos: 0, 1, 5, 10, 15 y 20 frutos brocados dejados en el plato del árbol, con 15 repeticiones en un diseño completamente aleatorio. Los árboles seleccionados fueron cubiertos con una jaula entomológica y se evaluó mensualmente la infestación en el árbol. En la mitaca, un solo fruto brocado en el suelo incrementó la infestación en el árbol en un 23% al día 90 y 41% al día 180 en la localidad mas baja, con un promedio total acumulado de 590 frutos brocados por árbol. En la localidad más alta no hubo efecto de tratamientos cuando se

comparó con el testigo. En la cosecha principal, un solo fruto brocado en el suelo produjo 150 frutos brocados en el árbol al cabo de seis meses con un incremento en el porcentaje de infestación de 33% al día 90 y 60.8% al día 180. La infestación mostró relación con la temperatura y la altitud en ambos ciclos productivos. Los frutos sanos caídos fueron infestados hasta en un 30%, con promedios de 74.6 y 4.3 estados biológicos a 1218 msnm y 1700 msnm respectivamente y sirvieron de reservorio para el desarrollo de la broca.

GIRALDO J., M.; VILLEGAS G., C.; BENAVIDES M., P. Avances en la biología de la chinche de la chamusquina del café *Monalonion velezangeli* Carvalho and Costa Hemiptera: Miridae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 90.

Resumen: *Monalonion velezangeli* es una plaga de importancia económica del café reportada recientemente en los departamentos de Huila y Valle del Cauca. Con el objetivo de avanzar en el conocimiento de su biología y hábitos, se está realizando la descripción de sus estados de desarrollo, determinando la duración de éstos y registrando algunos aspectos de su comportamiento. Este estudio se estableció en una finca del municipio de Bolívar, Valle del Cauca, a 1.655 msnm. Este insecto se ha observado con hábitos polípagos, desarrollándose en plantas de café, guayaba, aguacate y cacao. Los adultos son de vida libre. La duración de los estados huevo, ninfa y adulto, obtenidos a partir de 40 unidades experimentales conformadas cada una por cinco plántulas de café y una pareja de adultos recién emergidos en una jaula entomológica, fueron de 15,3, 26,6 y 14,0 días respectivamente. Se observaron 5 instares ninfales con una duración de 5,2, 5,8, 5,1, 5,4 y 5,1 días respectivamente. Los huevos fueron insertados en los tallos jóvenes de la planta de café en forma individual, las ninfas se alimentaron de hojas jóvenes y maduras, pero sólo en las jóvenes ocasionaron lesiones. Los adultos mostraron el mismo comportamiento de alimentación que las ninfas y se observaron variaciones cromáticas en el tórax de ambos géneros, desde anaranjado-rojizo hasta negro. Los síntomas del daño causado por *M. velezangeli* en plantas de café son variados: hojas arrugadas, secamiento o perdigoneo de hojas, quema y abscisión de flores, muerte de cogollos.

NAVARRO E., L.; MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P. Evidencia molecular de la presencia de *Wolbachia* en el parasitoide *Prorops nasuta* Waterston Hymenoptera: Bethyilidae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 105.

Resumen: La avispa *Prorops nasuta* es un parasitoide de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), la principal plaga del cultivo de café. Esta avispa ha sido introducida a diferentes países como controlador biológico de *H. hampei*. *Wolbachia* es una proteobacteria endosimbionte heredada citoplasmáticamente y presente en artrópodos. Se le atribuyen efectos sobre la reproducción de su huésped. Con el fin de determinar la presencia de *Wolbachia* en *P. nasuta*, muestras de insectos provenientes de Brasil, México y Colombia fueron evaluadas por PCR mediante la amplificación de los genes *wsp* y *ftsZ* de este endosimbionte. Como control se utilizaron individuos de *Drosophila melanogaster* naturalmente infectados con *Wolbachia*. La calidad del ADN aislado de los insectos se determinó a través de la amplificación de un fragmento del gen 28SADNr. A través de esta técnica molecular se amplificaron fragmentos de ADN de ~600 pb y ~750 pb de los genes *wsp* y *ftsZ* respectivamente, en dos muestras de Brasil, dos de México y 10 de Colombia. La identidad de estos fragmentos se confirmó por secuenciación. Además, gracias al uso de primers específicos del gen *wsp* se identificó que la cepa de *Wolbachia* hallada en las poblaciones del neotrópico pertenece al supergrupo A. Es probable que esta bacteria juegue un papel importante en la determinación y proporción de sexos de *P. nasuta*. De hecho, la inducción de partenogénesis y la incompatibilidad citoplasmática han sido efectos reproductivos asociados a *Wolbachia* dentro de algunas especies de avispas parasitoides. Posibles usos de *Wolbachia* para el control de insectos serán discutidos.

GIRALDO J., M.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P.; VILLEGAS G., C. Evaluación morfológica y molecular de insectos del género *Monalonion* spp. Hemiptera: Miridae alimentándose de cultivos de café guayaba cacao y aguacate. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 105.

Resumen: El agente causal de la chamusquina del café es la chinche *Monalonion velezangeli* Carvalho

& Costa, 1988 (Hemiptera: Miridae), la cual causa daños económicos en los departamentos de Huila y Valle del Cauca. En la actualidad se ha reportado a esta especie atacando plantas de café y aguacate, y se han observado ataques en cacao y guayaba. Para comprobar el hábito polífago y determinar diferencias morfológicas y genéticas entre insectos de *M. velezangeli*, se recolectaron muestras en 5 departamentos: Caldas, Huila, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, a partir de todas sus plantas hospedantes. Se realizaron análisis morfológicos siguiendo claves para género y especie, y análisis moleculares mediante la extracción de ADN genómico y la obtención de perfiles genéticos mediante la técnica AFLP. Se generó la matriz binaria y se analizó mediante agrupamiento bajo UPGMA con 10.000 replicas. Como población fuera de grupo se usaron insectos de *M. dissimulatum* recolectados en cacao. Desde el punto de vista morfológico las poblaciones estudiadas presentaron caracteres de alas, fémures III y antenómeros I y II similares. El análisis filogenético permitió identificar dos grupos: (1) la población fuera de grupo, y (2) todas las muestras de la especie *M. velezangeli* que se encontraba alimentándose de café, cacao, aguacate y guayaba en todos los departamentos de colecta. Se confirma el hábito polífago de *M. velezangeli*, su presencia sobre otras plantas hospedantes en áreas libres de chamusquina en café, y se reporta por primera vez a esta especie alimentándose de guayaba y cacao.

VERA A., J.T.; ESCOBAR L., L.M.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P.; GÓNGORA B., C.E. Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo. CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 115.

Resumen: Con el propósito de evaluar el efecto de diferentes cepas del hongo *Beauveria bassiana* sobre las brocas que vuelan de frutos infestados del suelo y su impacto en la infestación de los árboles de café, se realizó una investigación en la Subestación experimental Paraguaicito-Quindío. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y diez repeticiones, donde los tratamientos consistieron en la aplicación, a frutos brocados en el suelo, de 1x10⁹ esporas/plato de árbol de la cepa Bb 9205, una mezcla de cepas Cenicafé (Bb 9001, Bb 9119 y Bb 9024), una formulación comercial

de *B. bassiana* y un testigo sin aplicación. Estos fueron asperjados en un árbol central conteniendo una jaula entomológica en parcelas experimentales de 3x3 árboles. Dentro de cada árbol enjaulado, se colocaron 50 frutos infestados artificialmente con broca en proporción 3:1 30 días antes. Al cabo de 30 días se determinaron los porcentajes de infestación en los árboles, el cual osciló entre 8.8 y 12% en los tratamientos con hongo, y alcanzó 14% en el testigo. Se encontraron diferencias estadísticas a favor del tratamiento con la mezcla Cenicafé, el cual presentó el menor valor. Estos resultados muestran una disminución de las poblaciones de la broca en el árbol cuando se asperja el hongo *B. bassiana* en el suelo, lográndose disminuir la infestación hasta un 38%. Se discutirá la persistencia del hongo en suelo y el efecto de cada una de las cepas en la mortalidad de la broca.

VILLALBA G., D.A.; GÓNGORA B., C.E.; BENAVIDES M., P. Evaluación en campo de formulaciones de *Beauveria bassiana* Bálamo Vuillemin para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 113.

Resumen: Con el fin de determinar la calidad de formulaciones comerciales del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, se evaluó, mediante un diseño completamente aleatorio con siete tratamientos y 20 repeticiones, la mortalidad de tres formulaciones comerciales: ENTBIO10, ENTBIO11, ENTBIO12, una formulación de la planta piloto de Cenicafé y la mezcla "Cenicafé", con dos testigos absolutos: uno dentro y otro fuera del lote experimental, evaluados a los 15 y 30 días. Cada parcela estuvo constituida por 35 árboles donde se seleccionó uno del surco central, y de éste, una rama a la cual se le dejaron 50 frutos y se le instaló una manga entomológica. La infestación artificial se realizó con 200 brocas por rama. Las aplicaciones se realizaron con aspersoras de presión previa retenida y boquilla TXVS a 40 psi. En cada tiempo de evaluación se disecaron los frutos y se registró el número total de frutos perforados por rama, el número de éstos brocados, las brocas vivas y las muertas con y sin hongo y su posición en el fruto. Los resultados mostraron buena infestación en las ramas sin diferencias estadísticas, y promedios de mortalidad del hongo que oscilaron entre 37% para el ENTBIO10

y 57,6% para la mezcla “Cenicafé” con diferencias significativas entre ellos. Las formulaciones ENTBIO11, ENTBIO12 y ENTBIO13 registraron mortalidades de 44,2, 43,7 y 46,5%, respectivamente y no presentaron diferencias estadísticas. Se puede concluir que la mezcla “Cenicafé” presentó los mejores resultados al compararlos con algunas formulaciones comerciales.

VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P. Evaluación de formulaciones biorracionales de insecticidas para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 132.

Resumen: Con el fin de seleccionar productos químicos alternativos de baja toxicidad e impacto ambiental en el manejo de la broca del café en Colombia, se evaluaron cinco insecticidas biorracionales (ENTBIO1 a ENTBIO5) en dosis de 1.000, 150, 300, 250 y 125 cc/ha, respectivamente, con un testigo absoluto y tres tiempos de aplicación (1, 3 y 8 días) después de la infestación artificial con broca. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con diez repeticiones. Se establecieron 180 parcelas experimentales constituidas por 25 árboles, de los cuales se seleccionó uno central y una rama con 50 frutos a la cual se le instaló una manga entomológica. La infestación artificial se realizó con 200 brocas por rama y las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión PPR con una boquilla TXVS a 40 psi. La mortalidad se evaluó 60 días después de la aplicación, disecando los frutos y registrando las brocas muertas y la posición en el fruto. Los resultados mostraron alta infestación en las ramas. Las mayores mortalidades se registraron con los insecticidas ENTBIO 1 (98.5, 97.0 y 95.8%) y ENTBIO 3 (98.2, 98.6 y 96.1%) cuando se realizaron las aplicaciones a los 1, 3 y 8 días, respectivamente, los cuales fueron iguales entre ellos, pero diferentes a los demás tratamientos. La menor mortalidad la presentó el insecticida ENTBIO5, registrando mortalidades en promedio de 6.4, 13.3 y 7.8%, respectivamente. Se puede concluir que los insecticidas ENTBIO 1 y ENTBIO 3, obtuvieron las mayores mortalidades de la broca y se muestran promisorios para ser usados en un programa MIP.

BERRÍO E., A.; CAMAYO V., G.C.; BENAVIDES M., P. Conservación de secuencias teloméricas TTAGG n en la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae detectado por hibridación

fluorescente in situ FISH. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 101.

Resumen: Los telómeros son estructuras especializadas ubicadas en los extremos de los cromosomas eucariontes. En la mayoría de organismos, el ADN telomérico consiste de múltiples copias de repeticiones de una corta secuencia (TTAGG). Este motivo ha sido perdido repetidamente en diferentes ramas filogenéticas de Coleoptera y probablemente reemplazado por otro mecanismo de elongación telomérica. El objetivo de este estudio fue probar la presencia de este motivo en el genoma de la broca del café durante la estandarización de un protocolo para realizar hibridación fluorescente *in situ* (FISH) como método para ubicar secuencias genéticas específicas y comprobar su pertenencia al genoma de *Hypothenemus hampei*. Las sondas teloméricas fueron generadas por PCR usando primers de la repetición sin molde de ADN genómico. Posteriormente, fueron hibridadas sobre cromosomas metafásicos de *Schistocerca* sp, *Hypothenemus hampei* y *Drosophila melanogaster*. El genoma de los saltamontes y de las moscas fueron controles positivos y negativos para la presencia del motivo (TTAGG)_n respectivamente. Después de la ejecución del protocolo, señales fluorescentes e intensas de la hibridación fueron observadas sobre los cromosomas de *Schistocerca* sp y de *H. Hampei*, mientras que no hubo señal sobre los cromosomas de *Drosophila*. Los resultados de este estudio permiten concluir que el motivo (TTAGG)_n está presente en el género *Hypothenemus*, y manifiestan su conservación dentro de un grupo que ha eliminado repetitivamente esta secuencia. Igualmente, revelan que la técnica de FISH podría ser aplicada a otro tipo de secuencias de interés. Este estudio fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

BERRÍO E., A.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P. Distorsión en el radio de transmisión alélica paterna en la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae: Una variación a la haplodiploidía funcional. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009. Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 100.

Resumen: La haplodiploidía funcional es el sistema genético reproductivo de la broca del café y fue propuesto en estudios clásicos de genética mediante el seguimiento a un único marcador genético (/RdL/).

Según esta teoría, solo se heredan los haplotipos maternos a la descendencia. Sin embargo, sin las evidencias del efecto de la impresión genética ni de partenogénesis, es difícil explicar la existencia de machos diploides en esta especie. El objetivo de este estudio fue comprobar la hipótesis de que machos de *H. hampei* pueden transmitir información genética a su descendencia. En este experimento se realizaron análisis citológicos de la meiosis de machos y hembras, análisis de perfiles genéticos por AFLP, y cruces de poblaciones para genotipificación y fenotipificación de marcadores genéticos (*RdL*, *STS5* y *STS2*) por medio de amplificación alelo-específica y bioensayos. Fue observado que las hembras, a diferencia de los machos, entrecruzan cromosomas durante la meiosis; además, los machos exhibieron un patrón de perfiles genéticos diferente al de las hembras. Aunque el patrón de herencia para el marcador *RdL* fue del tipo haplodiploide funcional, para los otros marcadores la herencia fue diferente. Los resultados aquí obtenidos sugieren que los machos tienen su propia identidad genética y podrían transmitir algunos cromosomas de manera mendeliana mientras que otros de forma no-mendeliana. Esto indica que el paradigma genético de la broca del café podría ser diferente al propuesto previamente e implica la necesidad de estudiar nuevas estrategias reproductivas en esta especie. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

PADILLA H., B.E.; FLÓREZ R., C.P.; AGUILERA G., C.; RAMÍREZ S., A.R.; RUBIO G., J.D.; ACUÑA Z., J.R. Caracterización bioquímica y molecular de una xilanasa aislada del tracto digestivo de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009. Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 101.

Resumen: La broca es un insecto que se reproduce y alimenta exclusivamente de la semilla madura del café, cuya pared celular esta compuesta principalmente por hemicelulosa. La xilanasa es una de la enzimas digestivas responsables de la degradación de este heteropolisacárido, convirtiéndolo en una molécula más simple que puede ser absorbida por el insecto durante su nutrición. En esta investigación se reporta la identificación y caracterización del gen correspondiente a una xilanasa de la broca. Se obtuvo la secuencia completa del gen, a partir de fragmentos provenientes de librerías de ADNc de tractos

digestivos de la broca y mediante la técnica conocida como caminata en el genoma. La xilanasa de la broca tiene un marco de lectura de 951 pb, que codifican un proteína de 317 aa, con una masa molecular y PI estimados de 34.92 kDal y 4.84, respectivamente. Mediante análisis bioinformáticos se determinó que la xilanasa de la broca presenta alta homología con endo- α -D-xilanasa provenientes de bacterias del género *Streptomyces*. Igualmente, se corroboró la presencia de los cuatro dominios altamente conservados en este tipo de enzimas. La xilanasa de *H. Hampei* se expresó *in vitro* mediante el sistema de *Pichia pastoris*. Se purificó la enzima recombinante y se caracterizó bioquímicamente, presentando su máxima actividad a pH 5. Evidencias preliminares indican que este gen al igual que el de la mananasa, pudo haberse transferido horizontalmente desde una bacteria asociada al tracto digestivo, lo cual le otorgó al insecto una mayor ventaja adaptativa para conquistar el grano del café. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

BUSTAMANTE G., L.J.; ROMERO, J.V.; CORTINA G., H.A.; MONCADA B., M. DEL P. Evaluación de introducciones de *Coffea liberica* por resistencia a *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae en condiciones controladas. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009. Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 197.

Resumen: En los últimos años se ha buscado en la Colección Colombiana de Café (CCC), resistencia a *Hypothenemus hampei* (Ferrari), la principal plaga de la caficultura colombiana, y tras evaluar 744 introducciones del género *Coffea*, se encontró que el genotipo CCC1025 de *Coffea liberica* era el menos susceptible. Para conocer si otras introducciones de esta especie tienen resistencia similar o mayor que la de CCC1025, se evaluaron 16 introducciones de *C. liberica*, en condiciones controladas ($26^{\circ}\text{C}\pm 1$ y $75\%\pm 5$ de H.R.), en dos experimentos con diseño completamente aleatorio, la unidad experimental fue un grano de café pergamino infestado con una hembra de broca dentro de un vial y como testigos CCC1025 y la variedad Caturra de *C. arabica*, susceptible. A los 28 y a los 35 días después de infestación (DDI), se disecaron 12 granos por introducción y se contó el número de descendientes. Se hizo análisis de varianza y prueba de Dunnet *a*/5% para el total de individuos por grano en cada evaluación. Se encontraron diferencias

significativas ($p < 0.05$) entre Caturra (41.95 y 57.3±7 individuos a los 28 y 35 días respectivamente) y diez introducciones, las cuales presentaron promedios entre 22.5±5 y 30.3±10 (CCC1022) y 37.8±5 y 47.8±7 (CCC1037) a los 28 y 35 días respectivamente. Estas fueron diferencias, entre 22% y 37% a los 28 DDI, y entre 27% y 41% a los 35 DDI, e indican que otras introducciones de *C. liberica*, pueden usarse como fuentes de resistencia. Se espera confirmar estas diferencias en experimentos de campo. Este trabajo fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

AGUILERA G., C.; PADILLA H., B.E.; FLÓREZ R., C.P.; RUBIO G., J.D.; ACUÑA Z., J.R. ARN de interferencia una estrategia en estudios de genómica funcional para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 102.

Resumen: Los organismos eucarióticos, incluidos los insectos, poseen un mecanismo para el silenciamiento de genes específicos, mediante pequeñas secuencias de ARN de doble cadena, proceso conocido como ARN interferente (ARNi). El objetivo de esta investigación fue la implementación de esta herramienta en la evaluación rápida de genes blanco para el control de la broca del café. El éxito de esta metodología depende del desarrollo de un sistema eficiente de alimentación artificial del insecto, así como la determinación de la dosis letal media de los ARNi a ser aplicada. Se estandarizó una metodología consistente en la aplicación vía oral de una gota de ARNi en diferentes concentraciones, en la cavidad preoral de larvas de primer instar de la broca. Igualmente, se le adicionó la misma concentración de ARNi a la dieta artificial (Cenibroca) sobre la cual se estableció la cría. La comprobación de la ingesta se realizó mediante un estudio morfológico, en el cual se evidenció en el tracto digestivo la presencia del fluorocromo Calcofluor, adicionado como control positivo. Se realizó una segunda verificación mediante la evaluación de una mezcla de inhibidores de proteasas comercial mediante este sistema, encontrándose un 85% de mortalidad en la mayor dosis aplicada (0.56 ug/ul). Se sintetizaron ARNi seleccionados a partir de secuencias provenientes de las librerías de ADNc de tractos digestivos de la broca del café, 14 genes relacionados con funciones esenciales y cinco genes

involucrados en los procesos digestivos. Resultados preliminares indican que esta metodología puede ser exitosamente aplicada en este tipo de análisis. Esta investigación fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

MOLINA V., D.M.; ZAMORA E., H. Caracterización de un inhibidor de las aspártico proteasas de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 103.

Resumen: La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) es la plaga que causa el mayor daño económico al cultivo, produce pérdidas en rendimiento y calidad del grano. La digestión de las proteínas del alimento en el intestino del insecto es facilitada por la presencia de aspártico proteasas. Como hasta el momento no se han identificado inhibidores de estas enzimas digestivas, se realizó la identificación, purificación y caracterización del primer inhibidor de las aspártico proteasas de *H. Hampei*. Este trabajo describe la caracterización del inhibidor de las aspártico proteasas aislado de las semillas de lupinus (IPL), el cual tiene una masa molecular de 12.847 Da determinada por MALDI-TOF y esta compuesto por una única cadena polipeptídica con un punto isoeléctrico de 4.5. IPL mantuvo un 100% de actividad inhibitoria a 70 °C y perdió 60% de su actividad a 100 °C. También fue estable en un amplio rango de pH (2 a 11) a 30°C. IPL en concentraciones de 5 a 10 mg redujo la actividad aspártico proteasa en 90%. La secuencia N-terminal de IPL tuvo homología con proteínas de almacenamiento de las semillas, vicilina y beta conglutina. Los resultados mostraron asociación entre los niveles de IPL y la inhibición de las aspártico proteasas de *H. Hampei*; como este inhibidor es homólogo a las vicilinas, esto sugiere una nueva función de defensa para estas proteínas de almacenamiento, como es la inhibición de las aspártico proteasas de coleópteros. El gen que codifica esta proteína puede utilizarse para conferir resistencia al insecto.

GÓNGORA B., C.E.; CANO M., L.M.; MANTILLA A., J.G.; RIVERA S., L.F.; ESCOBAR L., L.M. Diferenciación molecular y virulencia de cepas de *Beauveria bassiana* infectando la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 117.

Resumen: Con el objetivo de conocer las diferencias entre dos cepas de *Beauveria bassiana*, una con alta virulencia (Bb9205) y otra con baja (Bb9024), en el control de la broca del café, se determinó la variabilidad molecular, virulencia y expresión de genes de estas. Se compararon, a través de AFLP, aislamientos monospóricos y multiespóricos de cada cepa, utilizando primers selectivos (E-AG/M-CAC y E-TC/M-CAC). El dendrograma generado mostró diferenciación genética entre las cepas. Las diferencias en virulencia se determinaron comparando las dosis letales medias (DL50) de las dos cepas infectando brocas. La cepa Bb9205 mostró una DL50 de 2x10⁴ esporas/ml, la cual difirió estadísticamente de la cepa Bb9024 que fue de 4x10⁴. Finalmente, se construyeron dos librerías de EST a partir de RNA total de micelio de las dos cepas creciendo sobre la broca durante 24 horas. Con 3000 clones secuenciados de las dos librerías, se generó una base de datos de unigenes, se ensamblaron todas las secuencias con CAP3 y se obtuvieron 1261 singletons y 357 contigs para un total de 1618 unigenes. Usando ESTscan, se encontraron marcos de lectura candidatos para los unigenes, y estos se anotaron con BLASTn, BLASTx e InterproScan. En el 20% de los casos se encontraron similitudes significativas con proteínas conocidas. Para cada contig se determinó la proporción de secuencias presentes de las dos cepas, detectándose expresión diferencial entre cepas con respecto al número de veces y al tipo de gen que se expresa. Este trabajo fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

IDÁRRAGA O., S.M.; LÓPEZ, K.; GÓNGORA B., C.E. Validación de genes en frutos de *Coffea liberica* relacionados con la respuesta de la planta a la broca del café *Hypothenemus hampei* Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 102.

Resumen: *Hypothenemus hampei* es la principal plaga del café, sin embargo, pocas fuentes de resistencia se han reportado en café. *Coffea liberica* causa disminución en la oviposición del insecto. A partir de librerías de expresión y microarreglos se generó una lista de genes candidatos de café relacionados con procesos de defensa frente al insecto. Con el fin de determinar la capacidad de respuesta específica de frutos de *C. liberica* frente a la broca y heridas, se evaluaron las diferencias de expresión de siete genes

candidatos y se comparó con *C. arabica* var Caturra, variedad susceptible. Se tomó ADNc de frutos no infestados como control. La expresión de los genes se validó por PCR en tiempo real mediante el método Pffafl de cuantificación relativa. Se infestaron tres ramas por tratamiento, en dos ensayos independientes y tres réplicas técnicas. Se diseñaron primers específicos para cada gen y se seleccionó como gen de referencia la Ciclofilina. En los frutos tres genes presentaron expresión similar entre genotipos y tratamientos. El gen Patatin mostró mayor inducción en el genotipo de Caturra, mientras que el Gen de ácido jasmónico 2 estuvo más inducido en *Coffea liberica* sin mostrar en ninguno de los genotipos efecto de tratamientos. La mayoría de los genes no discriminan la presencia del insecto a la herida. Sin embargo, se obtuvieron dos genes en *Coffea liberica* altamente inducidos frente a la broca, Ocimene synthase y Hevein-like protein que no se expresaron en *C. arabica* ni frente a heridas. Este trabajo fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

NAVARRO E., L.; BENAVIDES M., P. Búsqueda de genes receptores de olor en la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Curculionidae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 104.

Resumen: La atracción de insectos fitófagos mediada por olores emitidos desde plantas huésped es actualmente un aspecto de interés en el desarrollo de estrategias de control de insectos plaga. Debido a la importancia que tiene el entendimiento de los procesos fisiológicos involucrados en esta atracción, en este experimento se utilizó una estrategia molecular para la búsqueda de secuencias asociadas a genes receptores de olor (ORs) en la broca del café *Hypothenemus hampei*, el insecto plaga más importante de este cultivo en el mundo. Mediante las herramientas MEME y CODEHOP, se diseñaron 6 combinaciones de primers degenerados basados en alineamientos de secuencias ORs de *Tribolium castaneum* y una combinación basada en regiones conservadas de secuencias presentes en varios insectos. Se realizaron amplificaciones mediante PCR logrando amplificar fragmentos de ADN entre 100 y 1600 pares de bases (pb) a partir de ADN genómico (ADNg) y ADN complementario (ADNc) de la broca del café con cuatro de estas combinaciones

de *primers*. Cerca de 70 clones fueron seleccionados y secuenciados. Estas secuencias correspondieron a 15 unigenes entre 160 y 1500 pb después de la limpieza y ensamble de las mismas. Análisis de homología y anotaciones de funcionalidad mediante BLASTx mostraron la existencia de genes relacionados con proteínas desconocidas y proteínas putativas receptoras de olor en la broca del café. Se discute su utilización en futuros trabajos de genómica funcional. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

NAVARRO E., L.; MACHADO, C.; BENAVIDES M., P. Análisis del transcriptoma de dos especies del género *Hypothenemus* Ferrari Coleoptera: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 104.

Resumen: La broca del café, *Hypothenemus hampei* y la falsa broca *H. Obscurus*, son insectos plaga de cultivos de café y macadamia respectivamente. Un requisito para el desarrollo de estrategias de control genético de estas especies involucra la generación de información genómica que sirvan de fuente en la identificación de genes y procesos fisiológicos de interés. Basados en lo anterior, esta investigación tuvo como finalidad generar un primer acercamiento al contenido de genes de la broca del café y la falsa broca mediante secuenciación y análisis de sus transcriptomas. Para ello, se determinaron las secuencias de 194.613 y 288.454 ESTs de la broca y falsa broca respectivamente, mediante pirosecuenciación (GS-FLX 454) de librerías normalizadas de ADNc preparado a partir de ARN aislado de todos los estados de vida de ambas especies. Los análisis bioinformáticos identificaron 5.715 unigenes para la broca y 12.157 para la falsa broca. Aproximadamente el 47% de los unigenes de broca y 48% de falsa broca mostraron homología a genes reportados en otros insectos. Las anotaciones de funcionalidad de los unigenes de ambas especies revelaron cobertura de todos los procesos biológicos presentes en insectos, incluyendo algunos de interés en procesos digestivos, respuesta a estímulos químicos, respuesta a estrés y reproducción. Finalmente, se evaluó la utilidad de estas secuencias en el diseño de marcadores moleculares basados en SNPs y microsatélites. Estas secuencias podrán ser usadas en estudios de expresión genética y genómica comparativa basadas en microarreglos. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

JARAMILLO G., J.L.; OSPINA P., C.M.; BENAVIDES M., P. Avances en la distribución poblacional de *Corthylus zulmae* Wood Coleoptera: Curculionidae en plantaciones de aliso *Alnus acuminata*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín (Colombia), Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 173.

Resumen: El Aliso es una planta nativa colombiana usada en programas de reforestación y en la industria forestal. Recientemente viene siendo atacada por el insecto *Corthylus zulmae* en el departamento de Caldas. Con el fin de proponer estrategias de manejo, se están determinando aspectos de su biología y hábitos en condiciones naturales. Esta investigación se desarrolla en una plantación de aliso de 1,2 ha. en Villamaría Caldas. Se realizan censos poblacionales trimestralmente con el fin de evaluar la dispersión del insecto; de éstos, se tala mensualmente el 8% de los árboles infestados y se registra el número y altura de perforaciones por tallo y el número de estados de *C. zulmae*. Se registra quincenalmente el vuelo del insecto usando trampas. El porcentaje de infestación inicial fue 13%. El mayor número de perforaciones en los árboles infestados se observó en Diciembre del 2008 con un promedio de 40/árbol; éstas se concentraron entre 128 y 198 cm, con un mínimo y máximo de 21 y 575 cm respectivamente. El porcentaje de árboles atacados con presencia de estados vivos de *C. zulmae* fluctuó entre 29 y 86%, presentándose un mayor número de individuos durante el mes de Diciembre con un máximo de 197 insectos/árbol. Las mayores capturas de adultos en las trampas se registraron igualmente en Diciembre. Se presentan resultados de la evaluación de un sustrato para la cría de *C. zulmae* en condiciones de laboratorio. Esta investigación es cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

MARTÍNEZ C., H.E.; OSPINA P., C.M.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P. Avances en la evaluación poblacional de la chinche de encaje *Dictyla monotropidia* Stal. Hemiptera: Tingidae en un lote de nogal cafetero *Corida alliodora* Ruiz and Pavon Oken. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 172.

Resumen: *Dictyla monotropidia* es el insecto de mayor importancia económica del cultivo del nogal cafetero

en Colombia. Este succiona savia y necrosa las hojas induciendo su caída y provocando la disminución en el volumen de madera. Con el objetivo de avanzar en el conocimiento del insecto y proponer estrategias de control, se realizó un censo poblacional a nivel de árbol y suelo en 30 árboles en una plantación de 0.8 ha. Con esta información se propuso un muestreo para calcular el número de estados biológicos del insecto por árbol con un error de estimación del 5%. Dos evaluaciones posteriores demostraron la precisión del muestreo propuesto. Los resultados de las evaluaciones iniciales mostraron diferencias estadísticas en la variable proporción de hojas afectadas en el árbol, siendo mayor en la segunda evaluación con un promedio de 57,4% y menor en la tercera con un 11,3%. Se encontraron diferencias estadísticas en esta proporción en las hojas del plato de los árboles, el cual osciló entre 78 y 100%. El número total de individuos del insecto en las hojas del plato aumentó de $30,8 \pm 4,1$ a $242,6 \pm 52,2$ en tres meses. En las ramas, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el número de individuos durante el mismo tiempo, presentándose en promedio entre 1519 ± 305 y 1655 ± 361 individuos. Esta información sugiere que la caída de las hojas se debe al ataque del insecto. Esta investigación es cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

GALINDO L., L.A.; CONSTANTINO C., L.M.; BENAVIDES M., P. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en fincas cafeteras certificadas con el sello Rainforest Alliance y no certificadas de Cundinamarca. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 164.

Resumen: Los cafetales en Colombia albergan una importante proporción de biodiversidad. Con el fin de avanzar en su estudio y conservación, se muestrearon cuerpos de agua de primer orden en fincas cafeteras certificadas por Rainforest Alliance y sin certificación, de cinco municipios de Cundinamarca. Se realizaron evaluaciones con el protocolo de valoración visual SVAP, análisis fisicoquímicos y colecta de macroinvertebrados. Para el análisis de datos se emplearon los índices de riqueza de Simpson y Margalef, estimadores de riqueza Chao1 y MMmean y coeficiente de similitud de Jaccard. Adicionalmente, se empleó el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para evaluar la salubridad de los cuerpos de agua con base en las familias de macroinvertebrados. Hasta el momento

se han registrado 118 morfoespecies distribuidas en 58 familias y 19 órdenes, siendo Chironomidae (Diptera), Elmidae (Coleoptera) e Hydropsychidae (Trichoptera) los grupos mejor representados. Los estimadores de diversidad sugieren un muestreo eficiente entre el 76% y 83%. El análisis de similitud denota tendencia a asociar las fincas por valores de SVAP, siendo estos últimos más altos en fincas certificadas. Estos resultados preliminares respaldan algunos criterios impuestos por la Norma de Agricultura Sostenible sobre la conservación de los cuerpos de agua, ya que el cumplimiento de estos repercute en la disponibilidad de microhábitats y substrato para sostener comunidades diversas de macroinvertebrados indicadores. Se presentarán resultados comparativos con los índices BMWP. Este estudio se realiza bajo un convenio entre FNC-Cenicafé y Rainforest Alliance.

RUBIO G., J.D.; VAZQUÉZ O., J.J.; MÁRQUEZ F., E.J.; ACUÑA Z., J.R.; PADILLA H., B.E.; FLÓREZ R., C.P. Análisis proteómico comparativo de dos estados fisiológicos de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 36. Medellín, Julio 29-31, 2009: Resúmenes. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 103.

Resumen: *Hypothenemus hampei* es la plaga más importante del cultivo de café, reduciendo la producción y afectando la calidad del grano. Para contribuir con el conocimiento relacionado con la fisiología de este insecto, se evaluó la expresión diferencial de proteínas en adultos y larvas de segundo instar de *H. Hampei*, utilizando electroforesis bidimensional, secuenciación por espectrometría de masas y análisis bioinformático para interpretar las secuencias peptídicas y establecer la función putativa de cada proteína secuenciada. Se estandarizó la metodología de extracción y limpieza de proteínas para la elaboración de los mapas proteómicos. Para la separación de las proteínas por punto isoeléctrico se utilizaron geles IPG de 24cm, enfocadas las proteínas se realizó la segunda dimensión. Los geles bidimensionales fueron teñidos y digitalizados, procediendo a detectar, comparar y cortar un total de 29 manchas proteicas expresadas diferencialmente o sobreexpresadas entre adultos y larvas, para ser secuenciadas por espectrometría de masas. De las 29 proteínas diferenciales y sobreexpresadas identificadas, tres presentaron homología con proteínas de choque térmico, dos de transporte,

tres en procesos de oxidación-reducción, dos en biosíntesis de proteínas, tres en regulación de la expresión génica, dos que participan en degradación de ARN y proteínas, ocho en procesos metabólicos de carbohidratos y respiración celular, una de acción antioxidante y una implicada en la respuesta inmune. Este trabajo es un aporte a investigaciones diseñadas para descifrar los mecanismos biológicos que utiliza *H. Hampei* en procesos de desarrollo, reproducción y asimilación del alimento que ayudarán a futuro descubrir mecanismos de control contra esta plaga. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

OLIVEROS T., C.E.; PABÓN U., J.P.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Separación de frutos de café verdes por medios mecánicos. Rosario [Argentina]: Congreso Argentino de Ingeniería Rural: Mercosur, 2009. 8 p.

Resumen: La calidad física y organoléptica del café es afectada por la presencia de frutos de inferior calidad, como verdes y secos. En esta investigación se evaluó el desempeño técnico y ambiental de una máquina de fabricación comercial, diseñada para separar frutos inmaduros de café sin utilizar agua. La máquina, de flujo vertical ascendente del producto, tiene descarga radial, principalmente café despulpado y pulpa; y axial, para café sin despulpar y parte de la pulpa. En la evaluación de la máquina se consideraron 3 flujos de café en cereza (1.500, 2.000 y 2.500 kg/h) y tres contenidos de frutos verdes en la materia prima (4, 7 y 10%), en arreglo factorial 3x3, con 5 repeticiones en cada tratamiento. El porcentaje de separación de frutos verdes varió entre 96,5 y 99,4% y el porcentaje de café maduro (despulpado y en fruto) presente en la descarga axial del equipo (pérdidas) varió de 0,012 a 0,019%. La carga contaminante de los lixiviados resultantes al beneficiar el café procesado en la separadora de frutos verdes en un módulo BECOLSUB es alta, 59.200 a 122.500 mg DQO/L, por lo cual deben ser tratados antes de ser vertidos a las fuentes de agua.

PUERTA Q., G.I. La medición sensorial de la calidad de la bebida de café. Manizales: Encuentro Departamental de Evaluadores de calidad de café en Caldas, 2009. 24 slides.

Resumen: En esta presentación se enfatiza en las características, requisitos y aspectos para la formación y desempeño de los catadores y evaluadores de la calidad

del café, quienes trabajan en los diferentes sectores de la cadena productiva en los países productores de café y también en las industrias y empresas de los países consumidores. El sistema sensorial humano presenta diferentes grados de sensibilidad y las respuestas sensoriales están influenciadas por factores genéticos, de edad, fisiológicos, psicológicos, culturales y por las condiciones del entorno, como los ruidos, la comodidad y la temperatura y humedad atmosféricas. Las evaluaciones sensoriales del café resultan objetivas cuando son efectuadas por personas que presentan y demuestran habilidades sensoriales olfativas y gustativas y además, son capacitadas para distinguir, describir, clasificar y calificar las diferentes calidades de café, mediante un vocabulario específico. Las mediciones sensoriales deben efectuarse en laboratorios donde los métodos, procedimientos, equipos, registro de la información y análisis de los resultados estén estandarizados, con el fin de que los resultados puedan comprenderse, compararse, reproducirse.

RODRÍGUEZ V., N. Producción de biocombustibles a partir de los subproductos del Café. Armenia: SIQUIA, 2009. 28 Refs. -- IV simposio de química aplicada los biocombustibles: Hacia el desarrollo sostenible

Resumen: En el proceso del café se estima que menos del 5% de la biomasa generada se aprovecha en la elaboración de la bebida, el resto queda en forma residual representado en materiales lignocelulósicos como las hojas, ramas y tallos (generados en el proceso de renovación de los cafetales), los frutos verdes que se caen durante la recolección o que se retiran de la masa de café recolectado y que pueden representar entre el 5 y el 10% de la misma (Oliveros, 2009), la pulpa o exocarpio del fruto que representa aproximadamente el 44% del fruto fresco (Rodríguez, 2007) y la borra o ripio que se genera en las fábricas de producción de café soluble y cuando se prepara la bebida a partir del grano torrefactado y molido, representando cerca del 10% del peso del fruto fresco (Calle, 1977) y con un contenido de aceite entre el 10% y el 15% en base seca (Calle, 1960).

ROMERO G., G.; VÁSQUEZ, L.M.; ALVARADO A., G.; HERRERA P., J.C. Caracterización fenotípica de la resistencia parcial del café *Coffea arabica* L. Contra la roya anaranjada *Hemileia vastatrix* y aislamiento de genes de resistencia candidatos. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y

Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009.

Resumen: La roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) es la enfermedad de mayor importancia económica para el café, que afecta el follaje causando la defoliación prematura de los árboles. Las variaciones ambientales ligadas al cambio climático y las elevadas tasas de mutación del hongo, han obligado a los mejoradores a buscar nuevas alternativas para el desarrollo de variedades con resistencia durable. El uso de variedades portadoras de resistencia genética representa la alternativa más eficiente y ambientalmente amigable para el manejo de la enfermedad. Los objetivos del presente estudio fueron: (i) analizar el comportamiento genético de la resistencia parcial a la roya tanto, bajo condiciones de campo (epidemias naturales), como bajo condiciones controladas (almacigo y laboratorio); (ii) identificar y caracterizar genes de resistencia candidatos presentes en el café. La incidencia de la enfermedad en campo se evaluó sobre poblaciones segregantes (F2) originadas del cruce entre un genotipo susceptible y otro resistente. Los ensayos de laboratorio se basaron en la técnica de inoculaciones sobre hojas desprendidas, mientras que el aislamiento de genes candidatos fue posible por la técnica PCR. Los resultados sugieren un tipo de expresión cuantitativa de la resistencia con valores de heredabilidad superiores al 70%, lo cual supone éxitos futuros en la selección de materiales resistentes. Las evaluaciones bajo condiciones controladas de inoculación permitieron separar de manera efectiva los genotipos resistentes y susceptibles con base en variables epidemiológicas precisas, corroborando de paso la resistencia observada en campo. Dentro de las 34 secuencias homologas de genes candidatos aisladas (tipo NBS), se encontró una nueva familia de genes hasta ahora desconocida en café (NBS-TIR). Con base en esta información se han podido identificar al menos tres regiones genómicas implicadas con la resistencia del café a la roya, lo cual constituye la base de una estrategia futura de selección asistida en esta especie.

RINCÓN, E.A.; MEJÍA, J.F.; GALEANO V., N.F.; PARDO, J.M.; GAITÁN B., A.L.; ÁLVAREZ C., E.; OSPINA P., C.M. Detección de fitoplasma del grupo 16srIII en arboles de *Cordia alliodora* Ruiz & Pavón, Oken afectados por el arrosamiento del nogal. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009.

Resumen: El Nogal cafetero *C. alliodora* es una especie importante en los programas de reforestación en Centro y Sur América, y del Africa ecuatorial. Este árbol es un componente frecuente de los sistemas agroforestales, especialmente en el cultivo de Café donde provee sombrío y madera, la cual es apetecida por su veteado llamativo, para la elaboración de muebles decorativos resistentes al ataque de hongos e insectos. En 2002, se encontraron árboles de 18 meses en el municipio de Palestina, Caldas, con acortamiento de entrenudos, alta emisión de rebrotes, formación de arrosamientos foliares, secamiento de renuevos, reducción drástica del crecimiento y pérdida de la calidad de la madera. Este "Arrosamiento del Nogal" se encontró posteriormente en plantaciones de otros municipios de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío y Cauca, con incidencias y severidades entre el 90 y 100%. Con el objetivo de identificar el agente causante se muestrearon materiales afectados presentes en el banco semillero de *C. alliodora* de Cenicafé, establecido en Buenavista Quindío bajo presión de inóculo natural. Teniendo en cuenta la similitud de los síntomas con aquellos de enfermedades causadas por Fitoplasmas, se extrajo el ADN de las muestras vegetales y se analizó el gen ribosomal 16S mas la región espaciadora (1,800 pb) y el gen *rp* (1,200) por la técnica de PCR anidado y digestión con las enzimas *MseI*, *HpaII*, *HhaI*, *Tsp509I*, *AluI* y *Sau3A*. Se identificó un Fitoplasma del grupo 16SrIII asociado a los árboles enfermos, mostrando algunas variaciones en los perfiles de restricción, frente a los controles en los dos genes estudiados. Se está verificando la transmisión mediante pruebas de injertos y la participación del insecto *Torvochromus poeyi* Guérin (Hemiptera: Lygaeidae) como posible vector. El conocimiento de la etiología de la enfermedad servirá de base para el diseño de estrategias de detección, prevención y manejo del problema en cultivos comerciales.

ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P. Estructura genética de la broca del café en Colombia evidenciada mediante técnicas moleculares. In: XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología: Resúmenes. Medellín Julio 29-31, 2009. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 225.

Resumen: El comportamiento reproductivo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) le asegura un alto grado de endogamia, por lo cual se asume que líneas maternas podrían ser genéticamente idénticas a la

madre fundadora. En este sentido, la especie podría ser susceptible a estrategias de control genético. Este estudio fue realizado con el objetivo de conocer el grado de estructura genética entre poblaciones del insecto en diferentes regiones geográficas del país. Inicialmente se determinaron diferencias genéticas entre individuos de una misma progenie con 10 familias y 152 individuos comparados mediante 127 marcadores generados a partir de perfiles AFLP de ADN genómico. Posteriormente se determinó la estructura poblacional de 343 muestras de broca provenientes de 73 municipios de 14 departamentos cafeteros en Colombia, mediante el uso de 174 marcadores AFLP generados mediante cinco combinaciones de primers. En el primer estudio se encontraron porcentajes de polimorfismo de hasta el 7% entre individuos de la misma progenie, lo cual confirma el comportamiento exogámico de la broca y el cruce de diferentes líneas en condiciones naturales, dándole al insecto la capacidad genética de sobreponerse a condiciones adversas. Además, diferencias genéticas fueron evidenciadas en machos, lo cual sugiere mecanismos genéticos asociados al género. En el segundo estudio se obtuvo un porcentaje de polimorfismo del 15%, y se agruparon las muestras en cinco grupos distribuidos por todo el país, sin encontrar relación entre los grupos y las regiones geográficas. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

BERRÍO E., A.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P. Evidencias citológicas y genéticas de diferenciación germinal y somática en machos de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae). In: XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología: Resúmenes. Medellín Julio 29-31, 2009. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 226.

Resumen: La diferenciación genómica entre líneas germinales y somáticas es común en insectos y sucede principalmente durante el desarrollo embrionario. En algunas especies, los cromosomas completos o partes de ellos, son eliminados durante la mitosis somática en los primeros ciclos de división celular. El objetivo de este estudio fue identificar si existen diferencias genéticas en el tejido somático con respecto al tejido germinal en machos de *H. Hampei*. El contenido germinal de 100 pupas macho fue separado del contenido somático mediante la disección de sus gónadas. La mitad de estas células fueron analizadas citológicamente y las restantes

fueron analizadas por medio de sus perfiles de ADN genómico generados por medio de AFLP. De manera paralela, el número cromosómico de huevos fue cuantificado. Los resultados de este estudio revelan que el número cromosómico del soma de los machos es usualmente $2n=13$, y el del germen es $2n=14$, $2n=15$, $n=7$ y $n=8$; esta variabilidad se debe quizás a la presencia de diferentes poblaciones meióticas. Metafases con 15 cromosomas fueron comúnmente observadas en las preparaciones citológicas a partir de huevos. Adicionalmente, los perfiles genéticos de AFLP mostraron patrones diferenciales entre la línea germinal y somática en las pupas de macho. Estos resultados además de que permiten sugerir que la pérdida cromosómica observada en los machos puede ser el resultado de un proceso post-cigótico de eliminación cromosómica, también aclaran el estado citológico de los machos. Este estudio fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

HERNÁNDEZH., E.; BENAVIDES M., P. Heterocigocidad asociada a niveles de infestación en la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) y consideraciones dentro de un esquema de control genético. In: XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología: Resúmenes. Medellín Julio 29-31, 2009. Medellín: SOCOLEN, 2009. p. 226

Resumen: Dado el comportamiento reproductivo de la broca del café, el cual asegura una alta endogamia en la especie, la heterocigocidad observada actúa como indicador del flujo génico entre progenies de diferentes hembras dentro de un mismo fruto en ocasiones que es colonizado por varias fundadoras. Esto haría posible proponer estrategias de control genético al garantizar la introducción y dispersión de genes candidatos en la población. Se realizaron muestreos mensuales durante un año en tres localidades para determinar el porcentaje de infestación, la proporción de frutos con más de una perforación y la heterocigocidad para el marcador HhaSTS2 de individuos colectados, tanto en los frutos muestreados, como en trampas ubicadas en los lotes. La frecuencia de frutos con perforaciones múltiples fue inferior al 10% durante el estudio, además, no se observó relación entre éste y el porcentaje de infestación. Sin embargo, se observaron valores de heterocigocidad superiores al 20% sugiriendo que apareamientos exogámicos ocurren frecuentemente. Estos hallazgos sugieren alteraciones en la estructura

de la población y posiblemente en la eficacia biológica de esta especie para garantizar su variabilidad genética como consecuencia de la exogamia. Desde una perspectiva de control genético, puede ser posible la introducción de líneas de broca con características genéticas deseables y que la conducción genética hacia la fijación de alelos deseados en las poblaciones de broca puede ser mediada por sistemas genéticos que exhiban mecanismos de subdominancia sin comprometer la eficacia biológica de los individuos homocigotos. Esta investigación fue cofinanciada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

RIVILLAS O., C.A. Efecto de *Tagetes minuta* en la protección de raíces de café del complejo *Meloidoyne incognita* y *M. javanica*. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 103.

Resumen: Con el fin de evaluar el efecto nematocida del extracto de Marigold (*Tagetes minuta*)(TM) sobre *Meloidoyne incognita* (MI) y *M. javanica* (MJ) se estableció un experimento bajo condiciones de almácigo en plantas de café variedad Caturra, bajo un diseño experimental completamente aleatorio, siendo la planta de café la unidad experimental con 10 repeticiones por tratamiento. La inoculación con MI y MJ se realizó 8 días después de la siembra de las plantas de café aplicando 2500 huevos/ml/dejándolos en contacto con las raíces. La protección con TM se realizó en forma de extractos empleando dos concentraciones (100% y 25%) y utilizando dos enmiendas en forma de exudados y de lixiviados. Se incluyó un testigo absoluto y un testigo con nematodos. La calificación de las plantas se realizó 6 meses después de sembradas utilizando una escala de nodulación que va de 1 a 6 (100%). Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos (0.5%). El 90% de las plantas tratadas con las dos dosis del extracto de TM estuvieron completamente sanas y un 10% mostró menos del 10% de nodulación. En el caso de las enmiendas, el 80% de las plantas estuvieron libres de nematodos y el 20% presentó 11% y 25% de ataque, mientras que en el testigo de café ocurrió infección en los grados máximos de la escala (5 y 6). No se observó fitotoxicidad en las plantas de café por efecto de los extractos o de las enmiendas. Los resultados de este trabajo confirman el efecto nematocida del TM en raíces de café y abre posibilidades para su uso en el área de la fitoquímica, lo cual constituiría una alternativa eficaz, sostenible

y probablemente económica para ser incorporada como insumo en el cultivo de café, especialmente en las etapas iniciales del cultivo.

DUARTE C., A.F.; RIVILLAS O., C.A. Efecto del fungicida Amistar Xtra 28 SC Azoxystrobin + Cyproconazole en el control de la roya del cafeto mancha de hierro y mal rosado. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 104.

Resumen: El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del fungicida AMISTAR XTRA 28Scr (Azoxystrobin + Cyproconazol) (AX), para el control de Roya (*Hemileia vastatrix*), Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*) y Mal Rosado (*Erithricium salmonicolor*). En campo el experimento tuvo un diseño experimental de bloques al azar, con aplicación de AX al follaje a diferentes dosis y frecuencias, incluyendo un testigo relativo (TR) con Alto 100SLr y un testigo absoluto (TA). En el 2007, los menores ataques de roya ocurrieron con tres aplicaciones de AX dosis alta (750 ml/ha) (8%) y en el TR (13%), estadísticamente diferentes del TA (40%), mostrando además una menor defoliación (76%), comparados con el TA (86%). En Agosto/08, la roya estuvo entre 18% y 31% en todos los tratamientos, estadísticamente diferente al TA (40%). En Octubre/08 todos los tratamientos, a excepción del tratamiento con 3 aplicaciones de la dosis alta (33%), presentaron un incremento en incidencia estadísticamente iguales al TA (65%). El Mal Rosado, tuvo incidencias de 2,9% y 3,4% con dos y tres aplicaciones de la dosis alta de AX, estadísticamente diferente al TA (8%). La severidad fue menor en estos mismos tratamientos con AX (31% y 35%), estadísticamente diferentes al TA (41%) y TR (45%). En diciembre/08, persistieron las diferencias estadísticas en severidad, entre el tratamiento con tres aplicaciones de la dosis alta (50%) y el TA (61%). En 2007/2008 la Incidencia de Mancha de Hierro en los frutos fue menor en todos los tratamientos con aplicaciones AX, comparados con el TA. Entre julio y diciembre/08 las plantas de algunos tratamientos sufrieron estrés debido a la alta producción de café y a las epidemias de Mal Rosado (julio-octubre) y de Roya (octubre-diciembre). Todos los tratamientos están mostrando diferencias estadísticas con el TA en el acumulado de producción de café.

DUARTE C., A.F.; RIVILLAS O., C.A. Efecto del verdadero 600 WG Thiamethoxam + Cyproconazole

en el control de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 104-105.

Resumen: El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de control de la roya del cafeto mediante aplicaciones al suelo del fungicida Verdadero 600WGr (Thiamethoxam + Cyproconazol). Para ello, se establecieron dos experimentos de campo a 1250msnm y 1350msnm en plantas de la variedad Caturra, bajo un diseño experimental en bloques al azar. La unidad experimental fueron 6 plantas y se tuvieron 8 repeticiones/tratamiento. Los tratamientos consistieron en la aplicación del producto a una dosis baja (0,25kg/ha) y alta (1kg/ha) con frecuencia de 45 días de aplicación 1, 2, y 3 veces/año con un testigo absoluto (TA). Las evaluaciones de incidencia y severidad de roya y producción se efectuaron cada 45 días. En los años 2007 y 2008, el menor ataque de roya se obtuvo con 2 y 3 aplicaciones del fungicida con la dosis alta, estadísticamente diferente al TA en las dos localidades. A 1350msnm en Agosto/08, los tratamientos con 1, 2 y 3 aplicaciones de la dosis alta fueron estadísticamente diferentes al TA en incidencia (13%, 12% y 9% respectivamente), evidenciándose un efecto de la dosis y no de las frecuencias. En Diciembre/08 la incidencia de la dosis baja con las tres frecuencias no mostró diferencias estadísticas con el TA (53%). Mientras que con la dosis alta la incidencia de 26%, 12% y 12% y defoliación del 66% fueron estadísticamente diferentes al TA. A 1250msnm en Agosto/08, 1, 2 y 3 aplicaciones a la dosis alta fueron estadísticamente diferentes en incidencia (15%, 10% y 7%) con el testigo (25%). En diciembre dos y tres aplicaciones a la dosis alta mostraron incidencia (12% y 7%) y defoliación (62% y 56%) estadísticamente diferentes al TA (23% de incidencia, 70% de defoliación). Las variables crecimiento de las plantas y producción se encuentran aún en evaluación.

CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. Fertilizantes químicos y biológicos y su relación con la mancha de hierro en el cultivo de café. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 105.

Resumen: La Mancha de hierro (MH) causada por el hongo *Cercospora coffeicola* se relaciona con la

nutrición de las plantas de café, tanto en etapa de almácigo causando defoliación como en campo atacando frutos. En el presente trabajo, se evaluó el efecto de la fertilización química combinada con los microorganismos *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* (Bacthonr). Para ello, se estableció en condiciones de campo un experimento con plantas de café de la variedad Colombia, siendo la unidad experimental 5 plantas con 5 repeticiones por tratamiento, bajo un diseño en bloques al azar. Los tratamientos consistieron en fertilizar las plantas con diferentes cantidades de N-P-K, aplicados solos y alternados con el producto Bacthon. Se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad en hojas y frutos. También se registró la producción. Los análisis estadísticos y contrastes ortogonales entre grupos de tratamientos, mostraron diferencias significativas de MH en hojas entre las plantas fertilizadas con el químico en alternancia con el biológico con las no fertilizadas. En frutos, solo durante los dos últimos años se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos dentro de cada grupo y el testigo. Los tratamientos con 800 Kg/ha/año de N-P-K + 1.5 litros de Bacthon/ha/año y de 400 Kg/ha/año de N-P-K + 3.0 litros de Bacthon/ha/año, presentaron los menores niveles de MH, con diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos. Las plantas testigo mostraron los niveles de severidad más altos durante todo el experimento. La variable producción mostró diferencias estadísticas con respecto al testigo en la segunda y tercera cosecha confirmándose el primero de los tratamientos anteriores como el más productivo. Estos resultados abren perspectivas en la producción de café, al incluir bacterias fijadoras de nitrógeno en la fertilización, manteniendo bajos niveles de MH y una alta producción de café.

CASTRO C., B.L.; MONTOYA R., E.C. Evaluación de nuevos productos para el control de llaga macana *Ceratocystis fimbriata* en zocas de café. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 102.

Resumen: La renovación de cafetales por el zoqueo, o corte del tallo principal a una altura de 30-40 cm, propicia la penetración del hongo del suelo *Ceratocystis fimbriata* (CF) cuya incidencia puede llegar hasta un 20%, incrementándose en los últimos años debido a condiciones de alta precipitación que facilitan

el ingreso del patógeno por dicha herida, así como también por la pérdida de fungicidas preventivos que se aplican. Para mejorar dicho control, en la Granja de Cenicafé (Chinchiná), se evaluaron, con respecto al fungicida Derosal, los siguientes productos solos y en mezcla con él: cicatrizante hormonal (CH); pintura Koraza (PK) y pintura anticorrosiva (PA); Boost; Break Thru; Micronutrientes quelatados y lixiviado de pulpa de café. Estos se aplicaron sobre la herida de zocas en plantas de almácigo con inoculación artificial de un aislamiento patogénico del hongo CF, en concentración de 8.5 x 10³ spores/ml, bajo un diseño completamente aleatorio, con 10 plántulas como unidad experimental (UE) y 14 UE por tratamiento. Se seleccionaron aquellos que presentaron mayor o igual promedio de proporción de plantas sanas con respecto a Derosal solo, y se evaluaron en 2 experimentos de campo (mayo y julio/ 2008) en la Estación Experimental de Naranjal (Chinchiná-Caldas), bajo un diseño completamente aleatorio en arreglo factorial, 6 productos y tres tiempos de inoculación, con 10 zocas como UE y 8 UE/ tratamiento. El análisis estadístico indicó como mejores productos, con más de 90% de zocas sanas los siguientes productos con adición de Derosal (4cc/L): CH; PA y PK, con respecto a los productos Break Thru; Boost y Lixiviados de pulpa del Café y Derosal solo con un promedio de 68% de zocas sanas. Al momento se está realizando la validación de los productos promisorios en una finca del Municipio de Circasia (Quindío), zona de alta incidencia de llaga macana.

CASTRO C., B.L.; CORTINA G., H.A.; SÁNCHEZ A., P.M. Comportamiento de genotipos de café resistentes a llaga macana e injertos al ataque de *Ceratocystis fimbriata*. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 102-103.

Resumen: La Llagu macana (LLM) del cafeto, causada por *Ceratocystis fimbriata* (CF) se incrementa en zonas de alta pendiente del terreno, por el apoyo de los operarios en la base de las plantas, ocasionando heridas por donde penetra el patógeno. Entre las estrategias para evitar el ataque bajo ésta circunstancia, está el desarrollo de material genéticamente resistente, siendo éste el objetivo del presente trabajo, al evaluar bajo condiciones de campo y de infección natural cinco tratamientos: - Progenie F5, de DF- 835 (Borbón resistente a LLM (Brm) X Caturra; - Variedad Colombia

injerada sobre *Coffea canephora* (resistente a LLM); - V. Colombia (VC) injerada sobre DF 835 y los testigos susceptibles Caturra y VC. Los injertos se realizaron en posgerminación en estado de fósforo, y se sembraron en la Subestación Experimental de Floridablanca (Santander), bajo diseño de bloques al azar, unidad experimental (UE) la parcela de 40 plantas y 4 UE/tratamiento, en pendiente del 30% a 100%. Semestralmente y durante 5 años se calificó la infección por CF en el cuello de cada planta. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, con promedio de 19,2% de infección. Sin embargo, el 48% de las plantas infectadas del DF 835 desarrollaron tejidos de resistencia; en los injertos sobre *C. canephora*, el 99% de la infección ocurrió en la copa (VC), sin avance de la lesión hacia el patrón. Resultado similar ocurrió en el injerto sobre DF 835, pero solo el 24% de las plantas mostraron resistencia en el patrón. Los resultados confirman la resistencia de la especie *C. canephora* a CF y sugieren la posibilidad de la injeración de café sobre una variedad resistente, que podría ser utilizada en cafetales de topografía pendiente, en la medida en que el 103 punto de unión del injerto quede a una altura tal que soporte las heridas por el continuo pisoteo en la base de las plantas.

ORTEGA, D.A.; CASTRO C., B.L.; GAITÁN B., A.L.; CARREÑO P., A.J. Avances en la caracterización de especies de *Rosellinia* asociadas a café en la zona central cafetera de Colombia. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 106.

Resumen: Las llagas radicales del café (LLR) ocasionadas por especies del género *Rosellinia*, causan importantes pérdidas en la zona cafetera de Colombia, tanto por la muerte de plantas, así como también por su amplio rango de hospedantes en especies frutales y forestales asociadas al café, la dispersión y supervivencia suelo y la dificultad en su manejo. Con el objeto de conocer la diversidad genética y patogénica de especies de *Rosellinia*, para su posterior uso en el diseño de métodos de control, se está realizando investigación que parte de la recolección de muestras de plantas de café y cultivos asociados a esta presencia del patógeno, en fincas de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, para caracterización molecular y posterior caracterización patogénica en plántulas de café. En esta ocasión,

presenta el avance de los resultados obtenidos hasta el momento en cuanto a la identificación visual signos del patógeno sobre las plantas y los métodos de manejo de aislamientos del patógeno laboratorio. En café se han identificado 39 focos, con número variable de plantas afectadas por LLR, en cuales 14 se clasificaron como *Rosellinia bunodes*, y 25 como *R. Pepo*. Igualmente esta última especie ha encontrado atacando plantas de cacao, macadamia, guamo, caucho, nim, plátano, yuca, aguacate, guayaba, guanábana, gmelina (*Gmelina arborea*), árbol de la cruz (*Brownea ariza*) y eucalipto. medio de cultivo a base de Agar Extracto de malta, con adición de antibióticos y tiamina se han obtenido aislamientos de *R. Bunodes* y 60 de *R. Pepo*, con los cuales se han estandarizado metodologías almacenamiento y multiplicación tanto para la identificación por métodos moleculares como para posteriores pruebas de patogenicidad. En una caracterización preliminar de dichos aislamientos utilizando primers ITS1 y ITS4 se han encontrado las especies cercanas a *Rosellinia necatrix* y *Rosellinia pepo*.

ROMERO G., G.; VÁSQUEZ R., L.M.; ALVARADO A., G.; HERRERA P., J.C. Caracterización fenotípica de la resistencia parcial del café *Coffea arabica* L. contra la roya anaranjada *Hemileia vastatrix* y aislamiento de genes de resistencia candidatos. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009. p. 110.

Resumen: La roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) es la enfermedad de mayor importancia económica para el café, que afecta el follaje causando la defoliación prematura de los árboles. Las variaciones ambientales ligadas al cambio climático y las elevadas tasas de mutación del hongo, han obligado a los mejoradores a buscar nuevas alternativas para el desarrollo de variedades con resistencia durable. El uso de variedades portadoras de resistencia genética representa la alternativa más eficiente y ambientalmente amigable para el manejo de la enfermedad. Los objetivos del presente estudio fueron: (i) analizar el comportamiento genético de la resistencia parcial a la roya tanto, bajo condiciones de campo (epidemias naturales), como bajo condiciones controladas (almacigo y laboratorio); (ii) identificar y caracterizar genes de resistencia candidatos presentes en el café. La incidencia de la enfermedad en campo se evaluó sobre poblaciones segregantes (F2) originadas del

cruce entre un genotipo susceptible y otro resistente. Los ensayos de laboratorio se basaron en la técnica de inoculaciones sobre hojas desprendidas, mientras que el aislamiento de genes candidatos fue posible por la técnica PCR. Los resultados sugieren un tipo de expresión cuantitativa de la resistencia con valores de heredabilidad superiores al 70%, lo cual supone éxitos futuros en la selección de materiales resistentes. Las evaluaciones bajo condiciones controladas de inoculación permitieron separar de manera efectiva los genotipos resistentes y susceptibles con base en variables epidemiológicas precisas, corroborando de paso la resistencia observada en campo. Dentro de las 34 secuencias homologas de genes candidatos aisladas (tipo NBS), se encontró una nueva familia de genes hasta ahora desconocida en café (NBS-TIR). Con base en esta información se han podido identificar al menos tres regiones genómicas implicadas con la resistencia del café a la roya, lo cual constituye la base de una estrategia futura de selección asistida en esta especie.

CRISTANCHO A., M.A.; ESCOBARO., C. Contribuciones al estudio de la variabilidad genética de *H. vastatrix* Berk. et Br. el agente causal de la roya del cafeto. In: XXIX CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines: Resúmenes. Medellín Junio 2-4, 2009. Medellín: ASCOLFI, 2009.

Resumen: El café es uno de los productos más importantes a nivel mundial ocupando un renglón significativo en las actividades agrícolas de más de 50 países. Una de las enfermedades que limitan su producción es la roya del cafeto causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Durante los últimos años en Colombia, se ha observado un aumento significativo en la aparición de roya en plantas resistentes (Híbrido de Timor y derivados) indicando que el patógeno ha evolucionado en variantes con la capacidad de infectar genotipos de café que mostraban resistencia en el pasado. El propósito de este trabajo, es contribuir al estudio de la variabilidad genética de aislamientos de roya de la zona central cafetera mediante la estandarización y aplicación de marcadores moleculares tipo AFLPs y Microsatelites. Para AFLPs se han evaluado hasta el momento 26 aislamientos de invernadero y 6 razas del patógeno, suministradas por el CIFC en Portugal. Los análisis han mostrado que los aislamientos colombianos forman un grupo bastante heterogéneo y con altos porcentajes de polimorfismo en tanto que las razas

provenientes de Portugal forman otro grupo con un índice de similaridad cercano al 95%. Para el caso de Microsatélites se ensayó la transferabilidad de 25 marcadores desarrollados en otros Uredinales (*Puccinia coronata* f.sp. *lolli* y *Melapsora linii*), de los cuales 4 potencialmente pueden generar fingerprints que permitan la identificación de nuevas razas.

LÓPEZ F., H.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Manga Cenicafé una nueva tecnología para la cosecha manual asistida de café con alta calidad. In: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola: Memorias. Medellín Octubre 9-11, 2008. Medellín: Universidad Nacional, 2008. 15 p. 7 Refs.

Resumen: El entorno cafetero mundial ha cambiado notoriamente por factores económicos y sociales forzando a optimizar el proceso de producción para ser competitivos. En Colombia la prioridad es disminuir los costos de producción y al ser la recolección la actividad con mayor participación (entre 35 y 45%), cualquier esfuerzo para reducir su peso incidirá positivamente. La cosecha de café se realiza en forma manual, selectiva, similar a como se hacía hace más de 170 años cuando se establecieron las primeras plantaciones con fines de exportación, conservando en general, los métodos tradicionales utilizados. Por tal motivo y con el fin de incrementar la rentabilidad del negocio cafetero, la disciplina Ingeniería Agrícola de Cenicafé, viene desarrollando investigaciones e implementaciones tecnológicas intensivas en esquema IPA a nivel nacional con agricultores para apropiar las soluciones obtenidas. Las pruebas de validación se han realizado con más de 250 recolectores, en ocho departamentos, midiendo los indicadores técnicos de la labor y socioeconómicos de los trabajadores, en cafetales de diversos grados de tecnificación, de diferentes edades de producción y en variedades (Colombia, Caturra, Típica y Tabi); con arreglos de siembra entre 1,0 x 1,0m y 2,0 x 1,5m, densidades entre 3.000 y 15.000 árboles.ha⁻¹. Antes de iniciar las pruebas se ha capacitado a los recolectores en el empleo de la nueva tecnología. Se ha observado que es posible obtener ventajas para los productores por que proporcionan un incremento en la capacidad de trabajo de los operarios, disminuyendo además las pérdidas de café al suelo y para los recolectores, por que incrementan sus ingresos y se mejora ergonómicamente las condiciones de trabajo. La implementación más avanzada de la nueva tecnología "Manga Cenicafé", permitió observar claras ventajas en relación con la cosecha tradicional debido a que se

aumenta el café cosechado hasta un 55,6%, se reducen las pérdidas de café al suelo hasta en un 36,9%, se dejan 41,7% menos frutos sin cosechar y se mejora la calidad de los frutos cosechados. Cosechando con la Manga Cenicafé se posibilita el establecimiento de nuevas estrategias tecnológicas implementándola en el canasto tradicional (Arococo), en los nuevos dispositivos para la cintura (Canguaro) y en la espalda con el Aroandes. Permitiendo adicionalmente, alterar los sistemas de contratación o pago en las cuales el caficultor puede reducir sus costos de producción y mejorar los ingresos del recolector. Así mismo, la nueva forma de transporte facilita los desplazamientos, mejora la visibilidad y disminuye la fatiga.

RAMÍREZ G., C.A.; ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. Una herramienta selectiva para la cosecha del café. In: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola: Memorias. Medellín Octubre 9-11, 2008. Medellín: Universidad Nacional, 2008. 7 p. 4 Refs.

Resumen: La herramienta DESCAFE IV, es accionada por pequeños motores eléctricos DC y es operado por baterías. Con un sistema de recolección de café conformado por la herramienta y adicionalmente mallas tipo "sarán" y cierre rápido o "velcro" en sus bordes para evitar la pérdida de frutos al suelo se realizaron evaluaciones de campo. Se utilizaron lotes sembrados con café Variedad Colombia, de 3a y 4a con distancias de siembra 1,2m y 1,4m y pendientes de hasta 90% para la finca ubicada en Sasaima, Cundinamarca y café Variedad Colombia de 3^a cosecha, 1,5m x 1,5m y pendiente hasta 80% para la finca en Concordia, Antioquia. Las concentraciones de frutos maduros y la carga por árbol variaron entre 55,7% a 68,1% y 545 g/árbol y 1.742 g/árbol, respectivamente. Los resultados en calidad, rendimiento y reducción del costo unitario con relación al método tradicional, se obtuvieron en pases "pico" de la cosecha con carga y concentración promedio de frutos maduros superiores a 1,0kg y 60%, respectivamente, y relación máquinas/operarios de 1/1. En estas condiciones se obtuvo rendimiento de 24,6 kg de café en cereza/hora, frutos inmaduros en la masa cosechada inferior al 2%, reducción en el costo unitario de hasta el 9,2% y pérdidas de frutos/sitio de 1,1. Los resultados obtenidos indican que la tecnología DESCAFE IV con empleo de mallas plásticas conocidas comercialmente como "sarán", es promisoria para asistir la recolección manual de café en Colombia.

SANZ U., J.R. Control automático de caudal de agua en desmucilaginosos de café. In: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola: Memorias. Medellín Octubre 9-11, 2008. Medellín: Universidad Nacional, 2008. 15 p. 9 Refs.

Resumen: Para el correcto funcionamiento de la tecnología para el Beneficio Ecológico del Café por vía húmeda, BECOLSUB, se recomienda utilizar un caudal específico de agua entre 0,7 y 1,0 L.kg⁻¹ de café pergamino seco, durante el desmucilaginado mecánico. Con el propósito de garantizar el caudal de agua requerido en los diferentes modelos de desmucilaginosos mecánicos de café, se desarrollaron y evaluaron los siguientes dispositivos hidromecánicos, de bajo costo y fácil adquisición: una bomba de diafragma de la industria automovilística, una bomba peristáltica, una bomba de paletas flexibles y una válvula de control de flujo regulada por presión. La bomba de diafragma presentó con agua un comportamiento lineal con respecto a la presión de carga, con pendientes que variaron entre -24,2 y -74,5 Pa.L.min⁻¹. El caudal alcanzado es suficiente para abastecer un módulo Becolsub 300, cuando se acciona a 260 ciclos por minuto. La bomba peristáltica, de 114 mm de diámetro exterior y tres rodillos, presentó un comportamiento ideal para abastecer agua a módulos Becolsub 300, 600 y 1.200 a las velocidades angulares de 350, 700 y 1.400 rpm, respectivamente, para presiones de carga por debajo de 24,2 Pa. La bomba de paletas flexibles evaluada resultó estable y suficiente para alimentar también modelos 300, 600 y 1.200, a 420, 840 y 1.680 rpm, respectivamente, a mayores presiones que las manejadas por la bomba peristáltica, lo que hace a este dispositivo mejor para la labor objeto de esta investigación. Adicionalmente, se estableció un modelo matemático confiable que determina el comportamiento de una válvula de control de caudal compensada por presión, para realizar la correspondiente simulación. Los resultados obtenidos de la simulación arrojaron resultados con un amplio rango de presiones y de caudales que lo hacen promisorio para usar en todos los modelos Becolsub.

OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E. Dispositivo hidráulico de bajo impacto ambiental para la limpieza y clasificación del café en cereza. In: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola: Memorias. Medellín Octubre 9-11, 2008. Medellín: Universidad Nacional, 2008. 11 p. 6 Refs.

Resumen: Para separar frutos de café de inferior calidad, con densidad inferior a la del agua (flotes), y materiales como piedras y partes metálicas (objetos duros y densos - OD) que llegan con los frutos de café al beneficiadero, se evaluó un dispositivo hidráulico de tolva y tornillo sinfín (SHTS) desarrollado en Cenicafé, considerando 3 diámetros de tornillo sinfín (88, 114 y 168mm), cuatro velocidades de rotación (100, 200, 300 y 400 rpm) y tres ángulos de inclinación del tornillo sinfín (40, 60 y 80°). Con el SHTS se logró separar flotes y objetos duros con eficacia promedio de 96,7% y 88,2%, respectivamente, superiores a las reportadas por Márquez (1987) para el tanque sifón, 88,9% y 49,3%, respectivamente, con consumo específico de agua inferior a 0,01 L/kg de café seco. Se observó que el ángulo de inclinación del tornillo sinfín afecta notoriamente la capacidad de transporte, lográndose los mayores valores a 40°. La potencia por unidad de longitud para cada ángulo de inclinación, en general, aumenta al aumentar el diámetro y la velocidad de giro. Los valores experimentales de capacidad y potencia por unidad de longitud; que mostraron diferentes tendencias, fueron ajustados a modelos polinómicos de 1er a 4to grado obteniéndose, en general, buen ajuste en el rango de velocidad de rotación considerados. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se concluye que el SHTS es un dispositivo apropiado para complementar la tecnología para el beneficio ecológico del café (BECOLSUB) desarrollada en Cenicafé.

PEÑUELA M., A.E.; SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E. Evaluación de métodos para determinar el punto de lavado del café en fermentación. In: XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola: Memorias. Medellín Octubre 9-11, 2008. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2008. 15 p. 16 Refs.

Resumen: Con el objeto de evaluar métodos para determinar el punto final de la fermentación del mucílago de café, se realizó el seguimiento de las variables remoción de mucílago, temperatura, pH y resistencia al punzonamiento durante el proceso, en el Beneficiadero experimental de Cenicafé. Las fuentes de variación utilizadas fueron la cantidad de café en el tanque, variando la altura de llenado en 25, 50, 75 y 100% de la capacidad máxima y la utilización o no de un Separador Hidráulico de Tolva y Tornillo Sinfín antes del despulpado. Adicionalmente, se evaluaron dos métodos tradicionales utilizados por el caficultor para determinar el punto de lavado, el

del orificio en la masa y el del tacto. Inicialmente, el mucílago representa en promedio el 29,5% del peso del café despulpado y disminuye durante el proceso de fermentación a menos del 2%, valor tomado para indicar el punto de lavado, en un tiempo aproximado de 16 horas, en las condiciones ambientales donde se realizó la experimentación. El pH disminuyó desde 5,4 hasta 3,7 al final de la fermentación, la resistencia al punzonamiento aumentó desde 5,0 N hasta 32,0 N y se evidenció un proceso exotérmico mediante el aumento de la temperatura de la masa con el avance de la fermentación. Fueron observados valores de la diferencia de temperaturas entre la masa de café y el ambiente de hasta 23,5°C. Los cambios drásticos en estas variables indican que podrían ser utilizadas para verificar el punto final de este proceso. La evaluación de los métodos tradicionales utilizados para determinar el punto de lavado, mostraron respuestas positivas a partir de las 5 horas de haber depositado el café despulpado en el tanque, para el café sin selección y de 8 horas para el café seleccionado, tiempos en los cuales la cantidad de mucílago estaba alrededor de 14%. Lo anterior indica que estos métodos no son confiables para determinar el punto final de la fermentación y evidencian la necesidad de establecer un método objetivo en aras de mejorar la consistencia del café procesado con fermentación natural.

AGUIRRE A., N.; BOTERO E., J.E. Estructura poblacional y diversidad genética del roble negro *Colombobalanus excelsa* [Lozano, Hern. Cam. & J.E. Henao S.] Nixon & Crepet. en zona cafetera del suroriente del Huila Colombia. In: V Congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto Abril 19-24, 2009. Pasto: Universidad de Nariño, 2009.

Resumen: Se realizó un estudio de la diversidad genética y la estructura poblacional del Roble Negro en cuatro remanentes de bosque de la zona cafetera del suroriente del departamento del Huila, Colombia. Esta es una especie endémica de los Andes colombianos, con una distribución restringida. En cada remanente se establecieron cuatro parcelas de 50 x 20 m donde se midieron todos los individuos de Roble Negro. Con estos datos se calcularon las densidades para cada clase diamétrica y se construyeron modelos probabilísticos de distribución y frecuencias diamétricas para cada remanente de bosque: Gamma, Gaussiana Inversa, Empírico y Birbaum-Saunders. Se colectaron además muestras de 120 individuos para análisis genéticos con marcadores microsatelitales en el laboratorio de biología molecular del Instituto Alexander von

Humboldt. Los resultados indican que el 80% de los individuos está en las primeras clases diamétricas, lo cual podría denotar que estas poblaciones de Roble Negro se encuentran en una fase de recuperación después de una fuerte intervención antrópica. En los análisis genéticos se encontraron 14 alelos para toda la población y una heterocigocidad esperada baja de 0.2797. Este estudio permite avanzar en el conocimiento del Roble Negro para el diseño adecuado de planes de conservación de la especie en Colombia.

Pósteres

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Calibración y mantenimiento de aspersoras. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Dentro de los equipos de aspersión empleados para la aplicación de agroquímicos están: de palanca, Presión Previa Retenida (PPR) y motorizados de espalda y semiestacionarios. Antes de realizar la aplicación de un producto químico o biológico se deben calibrar los equipos de aspersión, de acuerdo al tipo de equipo a utilizar: revisar filtros, empaques, bujías, boquillas y verificar la descarga, calcular el volumen de mezcla y el gasto por hectárea y determinar la dosis de producto a aplicar. Realizar el mantenimiento de los equipos de aspersión con el fin que se encuentren en buen estado cuando se vayan a utilizar. Es importante llevar los registros de calibración y mantenimiento de cada uno de los equipos de aspersión utilizados en la finca.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Manejo de aspersoras. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Existen en el mercado varios tipos de equipos de aspersión utilizados para la aplicación de productos biológicos y químicos, para el manejo integrado de plagas y enfermedades. La elección del equipo más adecuado depende de la extensión, la topografía, la disponibilidad de agua en la finca, la capacidad económica y el costo del equipo. Dentro de los equipos de aspersión empleados para la aplicación de agroquímicos están: de palanca, Presión

Previa Retenida (PPR) y motorizados de espalda y semiestacionarios. Los productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades son sustancias peligrosas y tóxicas, por tanto el operario debe utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) como son botas de caucho; guantes de nitrilo, gafas de seguridad, respirador con filtros o cartuchos, tapaoído de copa u orejera y ropa de protección impermeable. Durante la aplicación se deben seguir las siguientes recomendaciones: evitar la presencia de personas en el lote, evitar la contaminación de fuentes de agua, utilizar las dosis correctas de producto químico o biológico, preparar la mezcla correcta de combustible para los equipos motorizado y señalar el lote. Después de la aplicación realice el triple lavado a los envases vacíos, no dejar residuos en el equipo o en el campo, lavar todos los EPP, bañarse con agua y jabón.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Manejo de derrames de agroquímicos y combustibles. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Los derrames son un aspecto ambiental que se puede generar en el almacenamiento, en el transporte o al momento de realizar la mezcla de productos de agroquímicos y combustibles. Los derrames deben ser manejados de manera segura, primero se debe alejar a personas y animales que estén cercar, luego colocarse el equipo de protección, tratar de contener el derrame y evitar que se pueda contaminar alguna fuente de agua, no echar agua sobre el derrame, sí es líquido cubrirlo con arena o cualquier otro material absorbente disponible, si es sólido barrerlo y recogerlo con cuidado, colocar el material recogido en una bolsa plástica y llevarlo al centro de acopio de residuos peligrosos. Una vez superada la emergencia y si la superficie es lisa, lavar cuidadosamente las partes contaminadas, usando agua y detergente. La legislación ambiental contempla los derrames como un aspecto ambiental, para lo cual se debe tener un plan de contingencia, de acuerdo al Decreto 321 de 1999.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Manejo de guadañas y motosierras. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: La guadañas se utilizan cuando se requiere realizar control mecánico en el Manejo Integrado de Arvenses MIA, y consiste en cortar a una altura de 5-10 cm todas las arvenses. El operario de la guadaña debe utilizar todos los Elementos de Protección Personal EPP como son la pantalla facial, botas de caucho con puntera de acero, tapaoído de copa u orejera y delantal, polainas y guantes de cuero o carnaza, y al terminar la labor debe limpiarlos y los que estén mojados dejarlos que se sequen al aire para evitar la formación de hongos y malos olores. Las motosierras son utilizadas en la etapa de renovación de cafetales mediante podas, su uso requiere el uso de elementos de protección como guantes de carnaza, gafas de seguridad, protección para la cabeza y tapaoído de copa u orejera. Se recomienda realizar capacitación al personal que maneja estos equipos por el riesgo que representa sino se manipulan correctamente.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Mantenimiento de guadañas y motosierras. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Los guadañas y motosierras deben tener un mantenimiento con el fin que se encuentren en buen estado cuando se vayan a utilizar. Es importante llevar los registros del mantenimiento da cada uno de los equipos agrícolas utilizados en la finca. Este consiste en limpiar todas las partes del equipo con una tela húmeda y revisar el estado de sus partes para su buen funcionamiento.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Mantenimiento del beneficiadero. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: El beneficio permite obtener el café pergamino, las instalaciones, equipos y materiales usados durante el proceso del beneficio deben mantenerse limpios y en buen estado para que esta operación permita obtener un café de buena calidad física y en taza. Con el fin de retirar todos los residuos, los cuales pueden afectar la calidad del café se recomienda utilizar el agua estrictamente necesaria y evitar desperdicios, revisar el estado y tensión de las bandas, limpiar y engrasar los rodamientos, bujes y chumaceras. Debe llevarse el registro de los mantenimientos realizados a los equipos.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Mantenimiento del selector. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Conocer y utilizar el selector de arvenses como herramienta para el manejo integrado de arvenses, permite hacer menor uso de herbicidas, reducir los costos de las desyerbas y establecer coberturas nobles para prevenir la erosión de los suelos en la finca. Siempre la preparación de la mezcla de herbicida y la aplicación se debe realizar utilizando los elementos de protección personal como son: botas de caucho, overol, guantes y tapabocas. Realizar el mantenimiento del selector, garantiza que durante la aplicación no se desperdicie producto o por el contrario no se este aplicando la cantidad de producto requerido para el manejo de arvenses agresivas, por esta razón se debe revisar el paño, el plástico protector, la tapa y el empaque, la manguera de entrada del aire y verificar que no haya fugas.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Seguridad en el manejo de productos agroquímicos. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Los productos químicos y biológicos utilizados para el control de plagas y enfermedades son sustancias peligrosas y extremadamente venenosos por esta razón es importante antes de su utilización leer cuidadosamente la etiqueta y de acuerdo a la clasificación Ia, Ib, II, III y IV, utilizar el equipo de protección adecuado y verificar la fecha de vencimiento La etiqueta y la hoja de seguridad constituye la principal fuente de información para el usuario de un plaguicida, además de encontrar la información técnica, instrucciones de uso y recomendaciones, también cuales son los síntomas en caso de intoxicación y cuales son los primeros auxilios que debe aplicar antes de tener la atención de personal especializado.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Sabe por qué se debe realizar el triple lavado?. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Uno de los aspectos ambientales significativos identificados en el sistema de producción

de café es la generación de residuos peligrosos dentro de los cuales se encuentran los envases vacíos de agroquímicos. El manejo adecuado de estos residuos son de gran importancia debido al efecto negativo que presenta para la salud humana y el medio ambiente. Es así como la legislación ambiental ha considerado importante generar una normativa específica para este tipo de residuos, con el objetivo de garantizar un adecuado manejo posconsumo. En Colombia tenemos el Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 693 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esta normativa se establece: La responsabilidad compartida, involucrando a toda la cadena desde los importadores, fabricantes, comercializadores- distribuidores y agricultores. El objetivo del triple lavado es remover el producto que se encuentra adherido a las paredes del envase o bolsa de agroquímicos vacíos, los cuales contienen restos de producto que deben ser removidos de manera correcta y segura, además deben ser perforados para evitar que se vuelvan a utilizar, no eliminar o dañar las etiquetas quitar las tapas. Los envases deben ser entregados a una empresa autorizada para su disposición final.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Manejo de equipos de aspersión. In: PROCEDIMIENTOS estandarizados para el sistema de producción de café. Chinchiná: FNC - CENICAFÉ, 2009.

Resumen: Se dan las pautas para el correcto manejo de los equipos.

SÁNCHEZ C., L.M.; ESPINOSA A., R.; BOTERO E., J.E. Cerulean and Golden-winged Warblers in the coffee-growing regions of Colombia - A broad-scale analysis. In: CUMBRE de la Reinita Cerúlea, 3.; Cumbre de la Reinita Alidorada, 2. Bogotá (Colombia), Octubre 21-25, 2008. Planeación de la conservación de las aves migratorias y residentes en los Andes del Norte. 3 p. 2 Refs.

Resumen: Manejar y monitorear las aves migratorias vulnerables como las Reinita Cerúlea (*Dendroica cerulea*) y Alidorada (*Vermivora chrysoptera*) representa un reto y una oportunidad de conservación. Evaluamos nuestra base de datos de proyectos (que incluye más de 5,000 registros de 38 especies de migratorias neotropicales-boreales) para los datos de estas dos especies, y las comparamos con otras 28 migratorias terrestres. Determinamos

la afinidad de la especie hacia las zonas cafeteras de Colombia comparando sus rangos en abundancia y frecuencia en nuestros datos, con sus rangos en los estimativos de población global. La situación de ambas especies en las zonas cafeteras de Colombia es diferente: la Reinita Cerúlea es relativamente común y presenta una afinidad positiva hacia estas regiones, mientras que la Reinita Alidorada es rara y presenta una afinidad neutral. Los registros cubren un rango geográfico amplio y una variedad de tipos de paisajes, ecosistemas y prácticas agrícolas. Se observaron en parches de vegetación natural o en cafetales con sombra; la Reinita Alidorada apareció con mayor frecuencia en la vegetación natural, mientras que la Reinita Cerúlea fue más frecuentes en cafetales con sombra. Ambas especies son de importancia de conservación por la rápida disminución de sus tamaños poblacionales y por las amenazas en su distribución de reproducción y de invierno. Estos resultados indican que las estrategias de conservación para la Reinita Cerúlea en nuestra región pueden involucrar a las comunidades y enfocarse en la producción de café amigable con el medio ambiente. Por otro lado, las herramientas dirigidas al mantenimiento y aumento de las poblaciones de Reinita Alidorada en Colombia pueden estar mejor dirigidas a la preservación de remanentes de vegetación natural.

ROJAS A., J.M.; ARISTIZÁBAL V., G.E.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Procedimientos estandarizados para el sistema de producción de café [cd rom]. Chinchiná: FNC: CENICAFÉ, 2009.

Contenido: 1. Calibración y manejo de aspersoras -- 2. Sabe por qué se debe realizar el triple lavado -- 3. Mantenimiento de guadañas y motosierras -- 4. Manejo de aspersoras -- 5. Manejo de guadañas y motosierras -- 6. Manejo del selector -- 7. Manejo de derrames de agroquímicos y combustibles -- 8. Mantenimiento del selector -- 9. Mantenimiento del beneficiadero -- 10. Seguridad en el manejo de productos agroquímicos.

Resumen: Se dan una serie de pautas para el manejo de algunos equipos agrícolas.

GIRALDO J., M.; ZUCCHI, R.A. Monitoreo de moscas de la fruta del genero anastrepha diptera: tephritidae en nueve municipios del Valle del Cauca Colombia. México: VII Reunión del grupo de trabajo en moscas de la fruta del Hemisferio Occidental, 2008

Resumen: Los adultos de moscas de la fruta fueron colectados en diversos cultivos presentes en nueve municipios del departamento del Valle del Cauca (Andalucía, Caicedonia, La Unión, Restrepo, Roldanillo, Sevilla, Toro y Zarzal), con el objetivo de 1. identificar las especies de Anastrepha, y 2. determinar las especies con poblaciones más frecuentes y numerosas. Las moscas fueron capturadas en trampas plásticas o de vidrio tipo McPhail con atrayente alimenticio (proteína hidrolizada), con revisiones semanales de enero de 2004 a diciembre de 2005. En total fueron capturadas 1 794 hembras de Anastrepha siendo identificadas diez especies: Anastrepha distincta Greene (1934), A. grandis Mcquart (1845), A. pallidipennis Greene (1934), A. fraterculus (Wied., 1830), A. obliqua (Mcquart, 1845), A. leptozona Hendel (1914), A. mucronata Stone (1942), A. serpentina (Wied., 1830), A. manihoti Lima (1934) y A. striata Schiner (1868). Anastrepha fraterculus fue la especie mas frecuente (49 % del total de las capturas), seguida por A. striata (39.5 %) y A. obliqua (7 %). Las siete especies restantes en conjunto representan apenas el 4.5% del total capturado. Anastrepha striata y A. obliqua fueron capturadas en los nueve municipios; mientras que A. fraterculus fue colectada en cinco municipios con el 90% de capturas en el municipio de Sevilla, sin que se colectara ningún ejemplar en Roldanillo, la Unión y Toro.

Seminarios

PEÑUELA M., A.E. Fermentación del mucílago de café: Un proceso por descifrar. Chinchiná: Cenicafé, 2008. (Seminario Octubre 3, 2008).

Resumen: La remoción del mucílago de café es necesaria para la obtención de cafés lavados, que también son considerados cafés suaves, específicamente los llamados "Arábigos Lavados" que son producidos principalmente en Colombia y países de América Central. Estos países producen cerca de 25 millones de sacos de café de muy alta calidad que aportan el 80% del volumen de café transado en Nueva York. La fermentación natural, por tradición ha sido la práctica de remoción de mucílago más ampliamente usada, no solamente por que se hace con los propios microorganismos y enzimas del fruto, sino también por los bajos costos y sencilla infraestructura que requiere esta actividad. Esta sencillez hace que esta práctica continúe siendo una alternativa y que actualmente sea utilizada por cerca del 70% de los

caficultores en Colombia. Sin embargo, el hecho de ser una técnica sencilla y tradicional ha permitido el uso de prácticas que afectan el desarrollo del proceso de remoción y originan defectos que deterioran la calidad del café. Hoy en día, la fermentación es una de las etapas del beneficio a las cuales se les atribuye la mayor cantidad de defectos, los cuales hacen parte del primer grupo y constituyen uno de los principales factores de rechazo. El proceso de fermentación, es afectado por diversas variables como el clima, la presencia de agua, la cantidad de mucílago propia de la variedad y del estado de madurez, el material y forma del tanque, la calidad del café que ingresa al proceso, la cantidad de café depositada en el tanque, entre otros. El origen de los defectos mencionados puede ser atribuido en gran parte al desconocimiento del proceso. En este seminario se presenta un recuento de las prácticas que históricamente se han llevado a cabo en busca de disminuir el tiempo de fermentación, las recomendaciones actuales y los avances que se han obtenido en el conocimiento de la dinámica del proceso de remoción de mucílago por fermentación natural. Así mismo, el comportamiento de la temperatura y el pH, factores que influyen y son respuesta de la actividad enzimática propia del fruto y su posible utilización como base de sistemas objetivos para la determinación del punto final del proceso. Se explica también el efecto que tiene sobre la calidad final del café, el uso de prácticas subjetivas para determinar el “punto de lavado” y la necesidad de establecer controles objetivos que garanticen buena calidad del café obtenido mediante Fermentación Natural.

CRISTANCHO A., M.A.; DELGADO R., N.C. Así nos plantaron: Cenicafé 70 años de creación. Chinchiná: Cenicafé, 2008. (Seminario Octubre 17, 2008).

Resumen: La historia de Cenicafé ha estado llena de éxitos en el desarrollo de conocimientos y tecnologías, que han permitido el progreso de la caficultura en Colombia durante el siglo XX y vislumbran un futuro halagador ante los retos que ofrece al cultivo el siglo XXI. En este seminario recrearemos la forma en que vivieron quienes nos sembraron hace 70 años, recordaremos algunos de los personajes que han sido parte de la historia del Centro, sus cambios de sede, la historia de las subestaciones, de sus medios y métodos de comunicación, sus visitantes, y también las distinciones que ha recibido y que engalanan su historia. Devolveremos la película y haremos un recorrido por cada una de las décadas de historia

del Centro, las tecnologías que han desarrollado sus investigadores para enfrentar los desafíos, los avances que se han logrado para la caficultura, en especial lo que ha representado el aumento en la producción y en la productividad, logros que ha redundado en el bienestar de los cafeteros de Colombia. La historia de Cenicafé ha estado ligada a la historia de la región cafetera en los últimos 70 años, su porvenir, sus desastres naturales y su pujanza para levantarse y ser muy creativos ante la adversidad. La cara de Cenicafé, 70 años después, sigue siendo la de un centro de investigación joven, enérgico, pujante, que es capaz de enfrentar todos los retos que se le imponen. Hoy el futuro de Cenicafé sigue siendo brillante dado el esfuerzo de todos aquellos que pusieron la semilla que ha sido, es y será cuidada y regada por todas las generaciones de investigadores, para seguir siendo un Centro de reconocimiento nacional y mundial, pero sobre todo para seguir generando bienestar para las familias cafeteras de Colombia.

GIRALDO J., M. Aspectos cuarentenarios de moscas de las frutas. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Enero 30, 2009).

Resumen: Las denominadas moscas de las frutas, forman tal vez el grupo de insectos plaga de mayor importancia económica a nivel mundial, debido a la diversidad de especies vegetales que afectan, al número de especies de la plaga identificadas y a los diferentes ambientes y condiciones geográficas en las cuales pueden estar presentes. Las especies de moscas de las frutas más importantes pertenecen a los géneros *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratit* Macleay, *Rhagoletis* Loew y *Toxotrypana* Gerstaecker. En Colombia se han reportado tres de estos géneros antes mencionados, siendo identificadas alrededor de 52 especies de *Anastrepha* spp., de las cuales cinco son consideradas como plagas cuarentenarias. Las moscas de las frutas ocasionan grandes pérdidas anualmente a nivel mundial, causando la destrucción total de muchos cultivos. En Colombia, las pérdidas en guayaba pueden alcanzar niveles hasta de 70% por causa de *Anastrepha striata*. Los países consumidores han establecido restricciones para la comercialización de frutas y hortalizas en fresco, mediante regulaciones emitidas por la organización mundial del comercio (OMC), la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF). Estas medidas resultan de la elaboración de Análisis de Riesgo de Plaga (ARP). El gobierno Colombiano ha elaborado

el Análisis de Riesgo de Plagas (ARP), para facilitar la exportación de productos vegetales frescos a diferentes países y posibles alternativas de mitigación para las plagas cuarentenarias encontradas que presentan limitantes fitosanitarios, de los diferentes ARP elaborados para frutas, se determinó a las moscas de las frutas como la principal plaga cuarentenaria en Colombia. Este análisis indica que el mayor limitante para la exportación de frutas frescas es moscas de las frutas. Brasil, Guatemala y México han reportado ataques de moscas de las frutas en café, con pérdidas considerables; además de ser considerado este cultivo como reservorio natural para esta plaga. Las especies que han sido reportadas en café son *Anastrepha fraterculus* (Wied.) y *Ceratitis capitata* (Wied.), las cuales se encuentran presentes en Colombia. Algunas regiones cafeteras de Colombia han reportado ataques de moscas de las frutas en café como son Nariño y Antioquia.

SALDÍAS B., C.A. La renovación de cafetales y expectativas de producción de café en Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Febrero 6, 2009).

Resumen: El presente seminario tiene como objetivo mostrar a los investigadores de Cenicafé como se relacionan el estado de los cafetales (café tradicional, café tecnificado al sol, café tecnificado a la sombra), sus indicadores más relevantes (densidad y edad promedios), la renovación de los mismos y la producción anual, indicadores con los cuales se definen los programas que permiten el sostenimiento y/o el crecimiento de la producción nacional. Para ello se analizarán diferentes períodos de tiempo: - La situación de la caficultura como resultado de la aplicación de la encuesta nacional cafetera - años 1993 a 1997, y la renovación de cafetales desde 1990. - El incentivo a la renovación de cafetales durante el período 1998 a 2003. - El programa de competitividad del período 2004 al 2007. - El programa "Permanencia", Sostenibilidad y Futuro" iniciado en el 2008. El ejercicio concluye con las expectativas de renovación de cafetales a partir del 2009 hasta el año 2017 y su efecto sobre el crecimiento y sostenimiento de la producción hasta el año 2020, incluyendo ejemplos complementarios de situaciones de algunos departamentos.

BUSTAMANTE G., F.J. Evaluación del programa Utz Certified en café y sus proyecciones con otros productos agrícolas. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Febrero 13, 2009).

Resumen: UTZ CERTIFIED en su evolución desde 2002, ha trabajado para desarrollar un programa de certificación que permite el desarrollo de cadenas de suministro de productos sostenibles con beneficio para los productores, la industria y el consumidor. Para UTZ CERTIFIED, es importante que los productores mejoren su profesionalismo implementando buenas prácticas que los dirijan a un mejor negocio, medios de vida y medio ambiente; La industria (alimentos, no alimentos, energía) toma responsabilidad demandando y recompensando los productos obtenidos de manera sostenible y los consumidores compran productos que alcanzan sus estándares para responsabilidad social y ambiental. UTZ CERTIFIED es hoy uno de los programas líderes de certificación en café, con presencia en 20 países de origen y ventas en Europa, Norte América y Japón. En 2008, las ventas de café UTZ CERTIFIED, alcanzó 1.291.000 sacos de café verde (47% por encima de las ventas en 2007). Colombia es uno de los principales orígenes para los compradores de café UTZ CERTIFIED, el crecimiento en oferta permite ahora contar con fincas certificadas y cooperativas en 10 departamentos del país; las ventas de café UTZ CERTIFIED de Colombia han crecido por encima del ritmo de crecimiento global, con un total de 206.000 sacos de café verde en 2008. En enero de 2009, se ha presentado la nueva versión del Código de Conducta UTZ CERTIFIED Good Inside, desarrollado después de un proceso de consulta y aportes de ideas de todos los sectores involucrados en la cadena del café; en esta versión se ha querido mejorar la claridad de comunicación y la aplicación de los puntos de control, como también promover una implementación gradual que favorezca el proceso de mejoramiento continuo, en próximos días se continuará con la construcción de Guías de Implementación locales por país. Con el fin de apoyar a los productores en su proceso hacia la sostenibilidad, se ha desarrollado una alianza con la ONG Holandesa Solidaridad y su programa Coffee Support Network. También se está incursionando en otros productos agrícolas. En la actualidad se desarrollan procesos de consulta para terminar de desarrollar los códigos de conducta como los primeros proyectos piloto de implementación en el caso de cacao y té. En el caso de aceite de palma, UTZ CERTIFIED suministra el sistema de trazabilidad para el programa de certificación de RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil).

CADENA G., G. Coffee Berry Borer in Latin America and the Caribbean: Advances in Colombia. In: ICO Seminar on the Coffee Berry Borer. London

(Inglaterra), March 17 - 19, 2009 London (Inglaterra), ICO, 2009.

Resumen: Advances on the biology of CBB: results indicate out-crossing events in natural conditions in Colombia and would allow the use of a genetic control approach. Meiosis in CBB males indicates no visible recombination and the presence of every stage of the Meiosis II. There are eight molecular markers being used in addressing biological and genetic issues of the coffee berry borer, and two being developed to address dispersal patterns in the field. Biological control: Parasitoids as a CBB control strategy Genetic variability and Biological performance of *Prorops nasuta* in samples collected in Colombia. Two native predator species with potential as CBB control strategy: *Monanus* sp. (Col: Cucujidae), *Crematogaster* sp. (Hym: Formicidae). Chemical control: Biorational insecticides for the control of Coffee Berry Borer in Colombia Main characteristics of biorational insecticides. Lethal effect, under low dosis, Very specific, Decomposed quickly, Low levels of toxicity, Low environmental impact. Coffee Berry Borer resistance Genomic Strategies to detect genes involved in resistance to the Coffee Berry Borer / *Hypothenemus hampei*. Evaluation of resistant sources in *Coffea* 900 accessions were field evaluated. Seven wild accessions of *Coffea liberica* and *C. arabica* showed antibiosis against the insect (Decreased fecundity 27% - 35% vs. control). Similar results have been obtained using artificial diets developed by CENICAFÉ. Farm management IPM Coffee insect-pests IPM Biological control (*B. bassiana*, parasitoids) Genetical control Chemical control, Ethological control and Cultural control, re-re, coffee process.

FIGUEROA C., A. Estrategia integral de monitoreo y evaluación de cambio climático en sistemas agrícolas y ecosistemas altoandinos. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Febrero 20, 2009).

RAMOS G., P.J. Avances en la detección de frutos de café por color. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Febrero 27, 2009).

Resumen: El objetivo de este proyecto de investigación fue desarrollar un sistema optoelectrónico de bajo costo ensamblado a un sistema mecánico que genera diferentes velocidades a los frutos de café, simulando condiciones reales de una sorteadora electrónica. El modelo experimental llamado AICAF (Analizador

Identificador de frutos de CAFÉ), tiene funciones de calibración y clasificación. El proceso de calibración es realizado después de exponer enfrente del sensor frutos en cuatro estados de maduración predefinidos y correlacionar las características de color de cada uno de ellos en un algoritmo, entregando una estrategia de identificación. La salida del proceso de calibración es entonces utilizada en la clasificación para tomar decisiones del estado de maduración de cada fruto que es analizado.

SILVA C., A. La producción de biodiesel: impulso al mercado y al ingreso palmero. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Marzo 6, 2009).

Resumen: Uno de los objetivos de los gobiernos para promover la fabricación de biodiésel en el mundo y en Colombia, en particular, en el desarrolla productivo y el bienestar de la población rural (Documento CONPES 3510, marzo 31 de 2008). No obstante, se observan oportunidades pero también amenazas para los cultivadores de palma de aceite en Colombia en el caso del biodiésel: 1. La ampliación del mercado mundial de aceites vegetales para la energía y de sus precios favorecería a los cultivadores de palma colombianos pero siendo todos productos básicos (aceites, combustibles y biocombustibles) lo único seguro es que sus precios fluctúan se correlacionan. 2. La ampliación del mercado interno por el nuevo uso y de que este continuaría siendo más rentable que el de exportación favorecería a los cultivadores de palma aceite en conjunto. La Institucionalidad palmera (FEP) permite atender los mercados interno y externo según las oportunidades que ofrezcan. Sin embargo, la nueva demanda podría resultar en desajustes que puedan debilitar la posición negociadoras de los productores. 3. El abastecimiento de materias primas agrícolas para la fabricación de los biocombustibles (etanol) podría generar un costo para los consumidores de alimentos (tortillas) y esta circunstancia debilitaría la política nacional e internacional de apoyo al biodiésel. 4. La ampliación de la canasta energética y los beneficios ambientales ha sido otro de los objetivos de los gobiernos para promover la fabricación de biocombustibles y una oportunidad para el sector. No obstante los altos costos de producir biodiésel entre US\$70 (Colombia) y US\$93 (UE) por barril (COPES 3510) genera riesgos y retos en términos de reducción de costos e incremento de la productividad agrícola (CONPES 3477) e industrial.

NAVARRETE P., C. Modelos innovadores de intervención para el sector cafetero jóvenes caficultores. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Marzo 13, 2009).

Resumen: Proyecto BID 1706/OC-CO Información general La Federación Nacional de Cafeteros identificó algunas restricciones que enfrenta el sector cafetero y que le impiden mejorar su productividad. Entre estas restricciones se encuentran costos de producción altos y rígidos, especialmente por la alta participación de la mano de obra y el paulatino envejecimiento del productor combinado con un bajo nivel educativo del mismo; restricción de acceso al crédito de largo plazo que impide la modernización y el sostenimiento de los cultivos; y una débil gestión empresarial de las pequeñas explotaciones cafeteras, debido a la falta de asociatividad en la etapa de producción, que no permite acceder a economías de escala. En este sentido, se hizo necesario promover una iniciativa que ponga en marcha los modelos de intervención correspondientes para promover la adopción tecnológica, el relevo generacional mediante el acceso a factores productivos y la mayor movilidad de recursos hacia el sector, generando los aprendizajes requeridos para la expansión de esta experiencia piloto en la zona cafetera y su eventual adopción en otras regiones rurales del país. Es así como nace el Proyecto piloto Modelos Innovadores - Jóvenes Caficultores. Este proyecto busca convertir a cerca de 1000 jóvenes caficultores sin tierra y de bajos recursos en socios de empresas cafeteras rentables e innovadoras, generando bienestar socio económico para ellos y sus familias, contribuyendo así al mejoramiento de la competitividad, la sostenibilidad del sector y la promoción del relevo generacional.

GUHL, A. Café certificación y cobertura boscosa en Aratoca Santander. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Marzo 13, 2009).

Resumen: La agricultura moderna ha tenido impactos ambientales muy fuertes por lo que han surgido alternativas de producción agropecuaria que buscan reconciliar las necesidades de la sociedad con una mejora o mantenimiento de la calidad ambiental. Entre éstas se encuentran la agroecología, la ecoagricultura y la certificación de la producción. Esta última involucra cambios en el sistema productivo como manejo de agroquímicos y mejores condiciones para los trabajadores, entre otros. Para el caso del café, muchos sellos de certificación exigen el

aumento del sombrero en los cafetales. Desde la crisis cafetera muchos productores se han certificado como un mecanismo para tener un mejor precio en el mercado internacional y ser más resilientes ante los precios internacionales. En Aratoca (Santander), la certificación ha sido apoyada por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. En esta charla se presentan los resultados de un proyecto de investigación donde se analiza el impacto de la expansión del café en el municipio, los cambios ambientales asociados, la adopción de la certificación, qué tipo de productores la adoptan y las ventajas y desventajas de adoptar esquemas de certificación para los productores.

RODRÍGUEZ G., A.F. El hongo *Colletotrichum* y sus relaciones peligrosas con el café. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Marzo 20, 2009).

Resumen: Con el fin de caracterizar las poblaciones de *Colletotrichum* spp. asociadas al cultivo del café en Colombia y determinar si existe variabilidad genética entre y dentro de las especies de *Colletotrichum* spp. aisladas de este cultivo, se obtuvieron a partir de tejido foliar de plantas de café, colectado en los municipios de Chinchiná (Caldas) y La Plata (Huila), 28 aislamientos pertenecientes al género *Colletotrichum* spp. Por medio de la amplificación y secuenciación de rADN (ITS) y á-tubulina, y el posterior análisis de BLASTn, se determinó que las especies encontradas correspondieron a *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*. La distribución de las subunidades e intrones en estas secuencias fueron anotadas y comparadas para iniciar un análisis de diversidad genética de la población. Al evaluar la prueba de Hidrólisis de Caseína como un método alternativo para diferenciar las especies *C. acutatum* y *C. gloeosporioides* de una manera más rápida y sencilla, se encontró una variabilidad intraespecífica que impide su uso con fines taxonómicos. Posteriormente, por medio de marcadores moleculares obtenidos de amplificaciones al azar (RAPD) se realizó una caracterización inicial de la población, encontrándose tres grupos de *C. gloeosporioides* y dos de *C. acutatum*. Para el uso de marcadores de polimorfismo en la longitud de los fragmentos amplificados (AFLP) y su posible uso en el diagnóstico de la enfermedad de las cerezas del café (CBD), se anexó al estudio, ADN de *C. gloeosporioides* y *C. kahawae* procedentes de los países africanos de Zimbabwe, Camerún, Kenia y Malawi. El dendograma obtenido confirmó la existencia de dos grupos principales, el grupo de *C. acutatum* y el

grupo de *C. gloeosporioides* y *C. kahawae*. Una vez se detectaron los marcadores polimórficos en los AFLP, se diseñaron primers a partir de marcadores amplificados de secuencias caracterizadas (SCAR) con el fin de poder diferenciar mediante qRT-PCR las especies *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* y *C. kahawae*, sin embargo sólo se logró la diferenciación de los aislamientos e *C. gloeosporioides* lejanos de *C. kahawae*.

OSORIO, N.W. Dependencia micorrizal de algunos cultivos tropicales en función de la disponibilidad de fósforo en el suelo. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Marzo 27, 2009).

Resumen: La baja disponibilidad de fósforo (P) en el suelo es uno de los más serios limitantes en la agricultura. Este problema es de particular importancia en los suelos altamente meteorizados de los trópicos y en los suelos derivados de ceniza volcánica. La baja disponibilidad de este elemento se debe al paso de los iones fosfato de la solución del suelo (donde son biodisponibles) a la fase sólida donde son retenidos. Los iones fosfato son adsorbidos a las superficies de algunos minerales del suelo o precipitados con iones de hierro (Fe) y aluminio (Al). El fenómeno es ampliamente conocido como fijación de P. Una de las alternativas más recomendadas para incrementar la disponibilidad de P en los suelos consiste en aplicar altas cantidades de fertilizantes fosfóricos. Desafortunadamente, cuando los fertilizantes se diluyen en la solución del suelo, los iones fosfato son fijados en la fase sólida. Consecuentemente, los fertilizantes fosfóricos solubles tienen una baja eficiencia para incrementar la disponibilidad de P, además el alto costo de estos fertilizantes desestimula su uso extensivo. Existen varias alternativas para manejar este problema, una de ellas consiste en el uso de hongos formadores de micorrizas. Estos hongos establecen asociaciones simbólicas con la mayoría de las plantas. Sin embargo, antes de establecer una aplicación masiva de inóculo micorrizal es necesario conocer el grado de dependencia micorrizal (DM) de la especie vegetal de interés. La DM puede definirse como la dependencia que presenta una planta de la asociación micorrizal para producir su máximo crecimiento a un nivel dado de fertilidad del suelo. Se ha establecido un protocolo experimental para medir la DM. Este consiste en inocular o no un suelo con un hongo micorrizal efectivo que tiene un concentración creciente de P en la solución del suelo. El establecimiento de la dosis de P se hace a través de

las isoterms de adsorción de P. Una vez se siembra la especie vegetal, se establecen medidas sobre el contenido de P foliar, la masa seca, la colonización micorrizal y el contenido total absorbido. Con la respuesta en masa seca se han establecido varias categorías de DM de la plantas desde aquellas que son independientes hasta aquellas altamente dependientes. Se han detectado diferencias en la DM entre variedades de una misma especie. Los resultados de investigación hechos recientemente indican que algunas especies como leucaena, café, curuba y granadilla son muy altamente dependientes. Mientras que plantas de lulo, uchuva, tomate de árbol y aguacate son moderadamente dependientes. Estudios similares sobre pastos y especies de interés forestal han arrojado resultados similares.

CHAPARRO C., M.C. Uso y abuso de agroquímicos. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Abril 3, 2009).

Resumen: El empleo de agroquímicos en la agricultura para el control de plagas y los fertilizantes para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal, implica riesgos para el hombre, los animales y el ambiente produciendo contaminación en suelos y aguas tanto superficiales como subterráneas, generando riesgos de intoxicación para los seres vivos. Adicionalmente, el uso creciente especialmente de plaguicidas ha generado la preocupación con respecto a los efectos nocivos para la salud humana, situación más inquietante cuando no se disponen de datos veraces sobre las consecuencias a largo plazo de la exposición a los plaguicidas de las personas en el ámbito rural y que se encuentran expuestas ya sea por causas ambientales o laborales. El sector agropecuario contribuye a la producción de alimentos, al abastecimiento de materias primas, genera empleo y divisas, por lo que desempeña un papel importante para el desarrollo económico del país. Colombia por su posición geográfica presenta unas condiciones particulares climáticas y de alta biodiversidad, las cuáles se reflejan en numerosas plagas que atacan a los cultivos agrícolas, pero igualmente brindan la oportunidad de disponer de agentes naturales para el control biológico. De esta forma manejar y controlar plagas con criterios técnicos propenden por una agricultura sostenible. En los últimos años se ha presentado un incremento en la importación, exportación y ventas nacionales de plaguicidas. Los productos de mayor producción han sido, el propanil (herbicida), clorpirifos (insecticida),

mancozeb (fungicida), glifosato (herbicida) y metamidofos (insecticida). El consumo de plaguicidas químicos de uso agrícola aumento entre 1976 y el 2005 en más del 100% y el área total cultivada para producción agrícola apenas en un 14 %, cambios que no han tenido explicación lógica por cuanto no se han reportado emergencias sanitarias de enfermedades o maleza que hubieran demandado tales cantidades de producto. Adicional a este problema, se suman los efectos negativos, no sólo económicos, sino también en la salud y el medio ambiente, ocasionados por el uso indiscriminado de fertilizantes y agroquímicos y algo más grave en algunos casos cuando éstos son adulterados, falsificados y de contrabando. Los cultivos con mayor demanda de plaguicidas en su orden son: arroz, papa, pastos, banano, caña de azúcar, café, hortalizas, algodón, flores, maíz, tomate y los frutales. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA, es la autoridad nacional competente para llevar el registro y control de los plaguicidas químicos de uso agrícola y es responsable de velar por el cumplimiento de la Decisión 436 de la Comunidad Andina, su Manual Técnico y la Ley 822 de 2003 (normas relacionadas con los agroquímicos genéricos). Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el manejo de plaguicidas, incluye la aplicación de las recomendaciones técnicas oficialmente autorizados en el ámbito nacional, de acuerdo a las circunstancias existentes, para combatir las plagas de manera eficaz y confiable, disminuyendo los riesgos para los seres humanos y el ambiente. Colombia realiza campañas de concientización para combatir la falsificación y el contrabando de plaguicidas y fertilizantes, a través del trabajo unido entre la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN; la Fiscalía General de la Nación; el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA y la Cámara Procultivos, ANDI; con las que se pretende bajar el índice de incautaciones de plaguicidas y fertilizantes que ingresan al mercado de manera ilegal. Finalmente, es necesario en las zonas de producción agrícola introducir cambios que permitan que las personas sean conscientes y tomen los correctivos necesarios para poner en práctica todas las recomendaciones para el uso seguro de los agroquímicos protegiendo su salud, el medio ambiente y no se afecte la inocuidad de los alimentos.

CASTRO T., A.M. Mecanismos de acción y usos del hongo trichoderma spp. en la agricultura. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Abril 17, 2009).

Resumen: En la producción agrícola, el manejo fitosanitario de los cultivos se ha convertido en un reto en la generación de conocimiento y en la adopción de éste, con el fin de lograr en los cultivos altos rendimientos, economía en los costos de producción y respeto por el entorno ambiental. *Trichoderma* es un hongo Deuteromicete (Teleomorfo: Hypocrea), el cual se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, en diferentes zonas y hábitats, especialmente en aquellas que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Este hongo, se identificó en el año de 1871 y a partir de esa fecha, ha sido ampliamente estudiado, presentando diferentes modos de acción como hongo benéfico. Dentro de los beneficios brindados por este antagonista, se encuentra el amplio rango de acción en el control de hongos patógenos, descomposición de la materia orgánica, procesos biológicos que estimulan la presencia de otros organismos benéficos y preservación del medio ambiente. Los mecanismos de acción referidos para *Trichoderma* como biorregulador de patógenos son micoparasitismo, antibiosis y competencia. Se considera que el micoparasitismo es el principal mecanismo de acción, ya que están implicadas un gran número de enzimas líticas producidas por el antagonista, provocando la alteración y degradación de la pared celular, retracción de la membrana plasmática y desorganización citoplasmática del hongo patógeno. En la interacción de *Trichoderma* con las plantas, el efecto de biocontrol es aumentado significativamente por la estimulación de la respuesta de defensa de las plantas al producir metabolitos secundarios como harzianolide, azafilone, butenolide, entre otros. Dentro del modo de acción de *Trichoderma*, se incluyen otras propiedades de gran importancia como son la estimulación del crecimiento y desarrollo de las plantas, solubilización y absorción de nutrientes, biorremediación de suelos y producción industrial. Actualmente, el uso de *Trichoderma* está incluido en el manejo de enfermedades producidas por hongos patógenos del suelo, en cultivos como frutales, hortalizas, plátano, maíz, papa y flores. En el cultivo de café, ha mostrado un gran beneficio en la protección de semillas y raíces contra el ataque de *Rhizoctonia solani* (Volcamiento) y *Rosellinia bunodes* (Llaga negra) y en el tallo contra *Ceratocystis fimbriata* (Llaga macana). En la actualidad se valora su potencial como un organismo de interés para el manejo de enfermedades de la parte aérea de la planta. Todos los aspectos involucrados en el modo de acción de *Trichoderma* le confieren un incalculable valor como

insumo agrícola, para ser utilizado en la producción de diferentes cultivos.

JURADO CH., J.M. Método para medir la humedad del café en secado solar. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Abril 24, 2009).

Resumen: El café se comercializa en Colombia con contenido de humedad entre el 10 y el 12%. Para obtener café en este rango se utilizan métodos subjetivos como observar y comparar la coloración y la dureza de las almendras, características del grano cuando está entre el 10 y el 12%. Estos métodos, como se ha observado en diferentes estudios, con frecuencia conducen a tomar decisiones erradas, como retirar el café de los secadores cuando su humedad está fuera del rango establecido, principalmente inferior al 10%, lo cual representa pérdidas económicas para el productor. La tecnología ofrecida actualmente, basada en la medición de la constante dieléctrica de los granos, que está relacionada con su contenido de humedad, mide la humedad de los granos en su periferia, por lo tanto debe utilizarse después de por lo menos 4 horas de haber retirado las muestras del secador. Debido a ello y a su relativo alto costo no son apropiados para el control de la humedad durante el proceso de secado. En Cenicafé se desarrolló un método para medir la humedad del café en secado solar, basado en la relación en peso entre los estados húmedo y seco. Para la aplicación del método, denominado Gravimet, se utilizan una canastilla, donde se coloca una muestra de café de 200g, granos sanos sin materia extraña, y una balanza electrónica de bajo costo para registrar el peso de la muestra; cuando el peso de la muestra está entre 104 y 105g la humedad del grano debe estar entre 10 y 12%. En investigación realizada en el 2007 se encontró que en el rango del 53 a 9% el método Gravimet permite determinar la humedad del café con diferencia absoluta promedio de 1%, con respecto al método estándar de la estufa. Adicionalmente el método no sobrestima ni subestima la humedad con relación a los valores obtenidos con el método de la estufa. El método fue evaluado con 20 caficultores de los municipios de Manizales y Chinchina encontrando que en el 92% de los casos el contenido de humedad al finalizar el proceso de secado estuvo entre el 10 y 12%. A partir de los resultados anteriores se adelantó una segunda etapa, en el marco de Investigación Participativa, con el objetivo de validar el Método Gravimet en fincas de pequeños caficultores, en

los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda. Se contó con la participación de 76 caficultores, con el apoyo del Servicio de Extensión de la zona, el Coordinador IPA de los departamentos e Investigadores de Cenicafé. En el 91% de los casos se obtuvo café con humedad entre el 10 y el 12%. Los caficultores expresaron satisfacción con el método y aportaron sugerencias para permitir su empleo con cualquier altura de capa.

JARAMILLO R., A. Paleoclimatología y los climas del pasado en Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Agosto 21, 2009).

Resumen: Los cambios en el clima de la Tierra hacen parte de la variabilidad natural y están relacionados con las interacciones entre la atmósfera, el océano y los continentes, y especialmente por la variación en la cantidad de radiación solar que llega a la misma. La Paleoclimatología (paleo = antiguo o primitivo) es la ciencia que estudia los climas del pasado. Las mediciones sistemáticas de temperatura, lluvia y otros elementos del clima solamente se han realizado en los últimos 150 años, un período muy corto para examinar los cambios en el clima de la Tierra y para conocer las condiciones climáticas ocurridas durante períodos más extensos es necesario disponer de otras fuentes de información. La paleoclimatología utiliza indicadores naturales denominados "proxy" entre los cuales se tienen los depósitos de hielo (en los polos y glaciares), depósitos sedimentarios en los lagos y el océano, depósitos de polen fósil, anillos de los árboles, arrecifes coralinos, paleotemas (estalactitas y estalagmitas), alquenonas y registros históricos, entre otros. Los indicadores naturales permiten determinar las variaciones climáticas utilizando diferentes metodologías entre las cuales se pueden citar, la proporción isotópica de elementos como el carbono, el oxígeno y el hidrógeno e isótopos radioactivos, la composición de las burbujas de aire, las relaciones de elementos químicos como estroncio/calcio, magnesio/calcio, bario/calcio, los niveles de alquenonas de los cocolitóforos, entre otros; con estas mediciones se pueden estimar las condiciones climáticas ocurridas hace miles de años relacionadas con la actividad solar, las condiciones de precipitación, la variación de la temperatura, la composición atmosférica, el nivel del océano, la ocurrencia de sequías, inundaciones y episodios volcánicos. Se han establecido programas internacionales para el estudio de los paleoclimas entre los cuales se destacan los

realizados en Groenlandia y en los sondeos hechos en la Antártida: Vostok (Rusia - Francia - EEUU), Domo C (EPICA, Europa) y Domo Fuji, (Japón) con los cuales se han podido determinar las condiciones climáticas de la Tierra en los últimos 800.000 años. Los climas del pasado en Colombia en los últimos 40.000 años se han determinado en depósitos de polen fósil localizados en las regiones Amazónica, Pacífica, valle del río Magdalena, en el altiplano de Cundinamarca (Funza, Zipaquirá, Tenjo y Fúquene). Los estudios han sido realizados por diferentes autores entre los cuales se citan como pioneros Van der Hammen y González (1963), Dueñas (1977) y Hooghiemstra (1984). Se presentan los cambios climáticos ocurridos a nivel global, a nivel de Suramérica y a nivel de Colombia.

ALVARADO A., G. Setenta años del mejoramiento del café en Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Julio 10, 2009).

Resumen: El trabajo de mejoramiento genético adelantado en Colombia data del año 1938 cuando se creó el Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFÉ, sin embargo en años anteriores a la fecha de su creación, ya se adelantaban algunos trabajos de selección dentro de la variedad Típica. Algunos cambios en la caficultura del país se relacionan estrechamente con el trabajo en mejoramiento. Quizá los más importantes se resumen a continuación: La transformación tecnológica de la caficultura en las décadas del 60 y 70s del siglo pasado, consistente en la adopción del cultivo intensivo asociado a la siembra de la variedad Caturra, resultado de la investigación realizada en la década de 1950 sobre las posibilidades del cultivo a plena exposición solar y sobre las prácticas intensivas de poda y fertilización usadas en ese entonces en Hawai. Estos resultados mostraron el efecto notable de la energía solar utilizable por el cafeto, al reducir o eliminar el sombrío, resultando en incrementos espectaculares en la productividad. La Disciplina de mejoramiento aprovechó estos resultados, y desde 1955 los adoptó como práctica corriente en sus experimentos. Con su empleo se redujo la variación incontrolable o error experimental que enmascaraba la respuesta de los tratamientos y frecuentemente no permitía el análisis de experimentos realizados bajo condiciones de sombrío. Con la nueva técnica se evaluó con precisión variedades altamente productivas como Borbón, Mundo Novo y otros cultivares de porte bajo, de interés para el futuro de la caficultura. Y también,

la evaluación de un gran número de introducciones silvestres, semi - silvestres y de nuevos materiales desarrollados en Estaciones Experimentales de otros países, para ampliar la diversidad genética del café, cultivo poseedor de una riesgosa uniformidad genética en sus principales variedades y cultivares. Quizá el aporte más valioso de los ensayos bajo cultivo intensivo fue el descubrimiento de las extraordinarias cualidades de la variedad Caturra para las condiciones de la caficultura de Colombia. Esta variedad originaria del Brasil y cultivada allí desde el siglo XIX, posee una excelente adaptación, especialmente a los climas con lluvias durante los doce meses del año, como sucede en la zona central de Colombia. Esta variedad permitió la adopción de las prácticas agronómicas usadas en variedades mejoradas que se traducen en altos rendimientos y mayores ingresos para los caficultores. Desarrollos posteriores tendientes a la obtención de variedades con resistencia a la roya del cafeto no hubieran sido posibles de no disponer de una variedad con las características y atributos extraordinarios de la variedad Caturra. Otro cambio de impacto en la tecnología de la caficultura, se relaciona con las transformaciones agronómicas que hicieron posible el manejo económico y ambientalmente sostenible de la roya del cafeto, mediante la siembra de variedades resistentes, resultado de la selección de numerosas progenies derivadas en la transferencia de resistencia a la enfermedad procedente del Híbrido de Timor a la variedad Caturra. Este resultado permitió en una primera fase la obtención y adopción exitosa de variedad Colombia con resistencia completa a *Hemileia vastatrix*. Esta variedad, compuesta por la mezcla de la semilla de numerosas progenies seleccionadas, reúne en una sola variedad gran diversidad genética con relación a la resistencia a la roya y al mismo tiempo alcanza elevadas productividades y excelente calidad del producto. Una extensión en los cambios de la tecnología de la caficultura, lo constituye la obtención de una variedad compuesta de porte alto, poseedora de resistencia completa a la roya, buena productividad, excelente granulometría y calidad en taza. Esta variedad denominada Tabi, apta para su cultivo bajo condiciones de sol y sombra, especialmente se ha cultivado en áreas con condiciones de suelo y clima con limitaciones que obligan al uso de la sombra para su cultivo. Durante los últimos años, se han definido métodos eficientes y repetibles para la selección de germoplasma de interés por resistencia a la broca del café, a la roya del cafeto y a la enfermedad de las cerezas, lo que ha permitido la caracterización de

abundante germoplasma y su empleo en el diseño y ejecución de nuevas estrategias de mejoramiento tendientes a la obtención de variedades con resistencia a estos problemas limitantes de la producción. El más reciente aporte a la tecnología de la caficultura, se relaciona con la liberación de variedades poseedoras de resistencia durable a la roya del cafeto, con tolerancia a la enfermedad de las cerezas ocasionada por el hongo *Colletotrichum kahawae*, elevada productividad, excelente calidad en taza y amplia adaptación. La selección exitosa de algunas progenies en ambientes específicos, ofrecen a los productores ventajas adicionales en productividad, gracias a la buena adaptación de algunos de sus componentes en mezclas particulares y su mejor respuesta en productividad. Este resultado ha permitido la liberación de variedades con amplia adaptación como variedad Castillo?, recomendada en su siembra para las diferentes áreas cultivadas del país, y las derivadas de ella, con adaptación regional como: Castillo® Naranjal, Castillo® Rosario, Castillo® Paraguaicito, Castillo® Trinidad, Castillo® Pueblo Bello, Castillo® Santa Bárbara y Castillo® Tambo, específicas para las áreas de influencia de su lugar de selección, definidas por los ecotopos cafeteros de dichas áreas de cultivo.

MONTOYA R., E.C. Un modelo de simulación para el comportamiento de la infestación por broca. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Julio 17, 2009).

Resumen: El desarrollo y crecimiento de la broca y la planta de café es complejo y su estudio es posible con el uso de herramientas de análisis de sistemas, representado en un modelo conceptual y matemático. Con el propósito fundamental de explicar y cuantificar la dinámica e infestación de la broca del café, se construyó un modelo de simulación, basado en fundamentos teóricos, matemático y estadístico, utilizando técnicas de investigación de operaciones, con base en la formulación de un sistema de análisis viable, integrando la interacción entre los componentes: planta, insecto y condiciones ambientales. En la construcción del modelo se reunió información experimental obtenida en Cenicafé, seleccionando aquella con la cual se puede sustentar las relaciones que se dan en el proceso, e identificar la que faltaba, para describir el mundo real, y proponer líneas de investigación referentes a un problema de tanto interés como la broca del café. En la estructura

del modelo, además de las variables exógenas que se tienen en cuenta para la modelación del hospedante, el ambiente está representado por la temperatura del aire y la humedad relativa, como factores que influyen en la dinámica poblacional del insecto y el proceso de emergencia; el hospedante está representado por el número de frutos de café, en cada edad, disponible para ser infestados; y la intervención del hombre, está representado en la cosecha oportuna de los frutos maduros. Las evaluaciones realizadas con el modelo, muestran el comportamiento esperado de la infestación por broca, ante cambios en la población inicial de huevos, efecto climático de los años niño y niña, efecto de la recolección oportuna, efecto de la eficacia de la recolección y efecto del incremento en el ciclo del insecto. Este modelo permitirá: visualizar el sistema y analizarlo holísticamente; redireccionar y establecer prioridades a la investigación, llenando los vacíos existentes en el conocimiento del sistema; estimar parámetros y definir su sensibilidad; ejecutar experimentos usando el modelo, en lugar de realizar experimentos muy elaborados en campo, que a la vez pueden ser demorados y costosos, como una primera fase de selección de tratamientos; analizar estrategias de manejo y llegar a recomendaciones sobre costo/beneficio.

GONZÁLEZ O., H. Materia orgánica del suelo: Mitos y realidades. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Agosto 28, 2009).

Resumen: El término materia orgánica se ha usado para referirse a todas aquellas sustancias del suelo que poseen carbono, abarca una mezcla de compuestos que van desde tejidos animales y/o vegetales en diferentes estados de alteración, hasta materiales estables, de color oscuro, que no presentan semejanza alguna con la estructura de la cual proceden. En ella, se incluye también gran diversidad de organismos vivos entre los que se cuentan hongos, bacterias, lombrices, nematodos, artrópodos y raíces de plantas. Desde el punto de vista de la agronomía, la materia orgánica del suelo (MO) como tal, comprende un recurso natural que se forma a partir de la biomasa que ingresa al suelo por medio de materias primas tales como hojas, tallos y raíces de plantas, residuos de cosechas, abonos orgánicos, así como tejidos y estiércoles de animales y otros organismos, los cuales a través del tiempo y en unas condiciones de relieve, clima y suelos específicas, cambian su apariencia física, química y morfológica, dando como

resultado un material que regula las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos cultivados. El contenido total de MO que posea el suelo en un momento determinado, depende de la cantidad y la calidad de los materiales orgánicos que reciba, del manejo que se le da a los mismos, del relieve (gradiente y longitud de la vertiente), la temperatura y la naturaleza físico - química del suelo. Lo que en síntesis encierra los cinco factores formadores del suelo. En un amplio sentido, el término MO es utilizado indistintamente para referirse al humus del suelo. Dicha consideración ha servido de base para que se emitan una serie de recomendaciones generales, tendientes a mejorar el desempeño agronómico de algunas fuentes fertilizantes y promover algunos atributos físicos, químicos y biológicos del suelo, entre otros aspectos. Por tal razón, se tratará de precisar a la luz de los conceptos de la ciencia del suelo y de algunas experiencias en la zona cafetera colombiana, cuáles son las características en las que el recurso orgánico del suelo puede llegar a participar, con el fin de contribuir en la búsqueda de alternativas que conduzcan a su conservación y un mejor aprovechamiento del mismo.

BOTERO E., J.E. Imágenes de Sur África: Un país que nos invita a reflexionar. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Agosto 14, 2009).

Resumen: Sur Africa es un país de hermosos y dramáticos paisajes y una rica y asombrosa biodiversidad. Pero es además un país que ha reconocido que esos paisajes, esa biodiversidad y en general el entorno natural pueden ser un potencial económico y una de sus más grandes ventajas competitivas. En este seminario se presentarán imágenes de esos paisajes y de esa biodiversidad y se mostrarán ejemplos de cómo el país aprovecha esa naturaleza en forma sostenible. A través de las imágenes será posible visitar los parques nacionales de Kruger y Golden Gate Highlands, y Santa Lucía y Mkhuze en la provincia de KwaZulu Natal. Será posible apreciar la facilidad con la que se puede observar la fauna, la tolerancia que han adquirido los animales a la presencia humana y como de todas maneras los seres humanos no pasamos desapercibidos para ellos. También será posible apreciar como la topografía de ese país tiene un origen muy diferente al nuestro. Pero aunque entre Colombia y Sur África existen grandes diferencias en el entorno natural y en su historia social, también tenemos mucho en

común. El nuestro también es un país con hermosos paisajes y una rica biodiversidad y una historia de conflicto. La forma como Sur África esta buscando el aprovechamiento de su activo natural y la resolución de sus conflictos son temas de reflexión para nosotros. En este seminario se buscará hacer estas reflexiones con fotos de cocodrilos, cebras, girafas, impalas, kudus, nyalas, elefantes, rinocerontes, hipopótamos, búfalos, hienas y leones, y muchas especies de aves.

HERRERA P., J.C. La selección asistida por marcadores moleculares en café: Utopía o realidad. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Septiembre 04, 2009).

Resumen: La mayoría de las características de importancia agronómica (e.j. producción, calidad, algunos tipos de resistencia a enfermedades y plagas.) están controladas por grupos de genes conocidos como QTLs. Dada su naturaleza cuantitativa y su fuerte interacción con el ambiente, el estudio e identificación de tales características con base en su expresión fenotípica en el campo es una tarea complicada y costosa. El avance vertiginoso de la llamada "genómica" (ciencia que estudia los genes y sus interacciones) ha puesto a disposición de los mejoradores una serie de herramientas capaces de hacer más rápido y eficiente el trabajo de identificar los individuos portadores de mejores características agronómicas. El objetivo de este seminario es el de presentar el fundamento de tales herramientas, y sus posibilidades reales de aplicación a la luz de los desarrollos alcanzados en el campo de la genómica del café.

SANZ U., J.R. Control de flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Julio 31, 2009).

Resumen: La tecnología para el beneficio ecológico de café por vía húmeda, BECOLSUB, que consiste en la integración del despulpado sin agua, desmucilaginado mecánico de café con bajo consumo específico de agua, y transporte y mezcla de los subproductos pulpa y mucílago en tornillo sinfín, ha tenido una aceptación tal que desde su lanzamiento en 1995 se han instalado cerca de 15.000 unidades de diferentes capacidades en el país y decenas de ellos han sido exportados a países de América, Asia y Africa. Con un módulo BECOLSUB bien operado se evita más del 90% de la contaminación potencial de las aguas y se reduce el consumo de agua a menos de 1 L/kg

de café pergamino seco (cps), manteniendo la calidad física y en taza del producto. Sin embargo, cuando los caudales específicos de agua son mayores a los especificados, no se da la retención del mucílago en la pulpa y se genera mayor contaminación por lavado de pulpa. A pesar que Cenicafé desde el lanzamiento de la tecnología BECOLSUB recomendó sistemas para controlar el caudal de agua en los desmucilagadores mecánicos DESLIM, observando las fincas donde se usan y los fabricantes de los equipos, se ha encontrado que muchas veces los últimos no ofrecen sistemas de regulación de caudal y los caficultores no los demandan. Adicionalmente, se ha observado que los reguladores propuestos inicialmente requieren de calibración constante y tediosa, que muchas veces los caficultores quieren hacer regulación del flujo de agua pero toman el agua de suministros con presiones y caudales fluctuantes, y que muchas otras veces delegan la labor de calibración al encargado del beneficiadero quien no está suficientemente preparado para hacerla, no tiene entre sus tareas esta calibración, o por su afán abre a voluntad la válvula que regula el agua en el desmucilagador. En trabajo realizado por Salazar (2005) se corrobora lo observado, ya que una de las conclusiones de este autor, después de entrevistar 203 caficultores en ocho departamentos cafeteros colombianos, es que en la mayoría de las veces el agua que se usa en el módulo BECOLSUB es mayor que la recomendada. El autor reporta que el 32% de los caficultores entrevistados usa la tecnología BECOLSUB y que solamente el 20% de ellos utiliza menos de 1,0 L/kg de cps, el 26% no sabe cuanto es el consumo específico de agua en su beneficiadero, el 32% utiliza entre 1 y 5 L/kg de cps y el 12% utiliza más de 5 L/kg de cps. Con el propósito de garantizar el caudal de agua requerido en los diferentes modelos de desmucilagadores mecánicos de café, se desarrollaron y evaluaron diferentes dispositivos hidromecánicos que tuvieran como características su estabilidad, bajo costo y fácil adquisición. Una bomba de diafragma de la industria automovilística presentó caudal de agua constante y suficiente para abastecer un módulo Becolsub 300, cuando se acciona a 260 ciclos por minuto. Se diseñó y construyó una bomba peristáltica de 114 mm de diámetro exterior y tres rodillos, la cual presentó un comportamiento ideal para abastecer agua a módulos Becolsub 300, 600 y 1.200 (kg de café cereza/hora) a las velocidades angulares de 350, 700 y 1.400 rpm, respectivamente, para presiones de carga por debajo de 24,2 Pa. También se evaluó una bomba de paletas flexibles de laboratorio, la cual resultó estable y

suficiente para alimentar también modelos 300, 600 y 1.200, a 420, 840 y 1.680 rpm, respectivamente, a mayores presiones que las manejadas por la bomba peristáltica. También se desarrolló un sistema con una motobomba sumergible de pecera, la cual presentó caudal estable para abastecer módulos Becolsub con capacidades para 300 y 600 kg de café cereza/h. El sistema más sencillo que se desarrolló consistió en un tanque de 4 L con control de nivel de flotador y salida de placa de orificio, el cual, con un conducto holgado a manera de canal, fue estable y suficiente para abastecer cualquiera de los módulos Becolsub, desde cualquier altura por encima de la del desmucilagador mecánico. Este último sistema fue seleccionado para ser implementado en la tecnología Becolsub por ser el más sencillo, por su bajo costo, facilidad de instalación y manejo, y porque no necesita calibración frecuente.

LÓPEZ R., J.C. Avances del estudio de la eficiencia del café en el uso del nitrógeno. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Mayo 8, 2009).

Resumen: Se estudió la Eficiencia en el Uso del Nitrógeno (EUN = Eficiencia en la Absorción - EABN x Eficiencia en la Utilización del Nitrógeno - EUTN) en cafetos de cuatro progenies que componen de la variedad de café "Castillo" El Rosario (BH1247, CU1778, CU1997 y CX2178) a través de la evaluación de dos tratamientos de disponibilidad de N (sin aporte exógeno - SN: disponibilidad natural de N en el suelo y con aporte exógeno - CN: disponibilidad natural de N del suelo más adición exógena de N según la tasa de extracción de la planta), bajo condiciones de casa de mallas durante nueve meses. A los 150, 210 y 270 días después de la siembra (dds) se midieron las variables de crecimiento área foliar (AF), longitud del tallo (LT), longitud de la raíz (LR), volumen de la raíz (VR), peso seco de la planta (PSPL) y contenido de N de la planta (CONTNPL) y además el contenido de clorofila (CLOR) y proteína (PROT) en tejido foliar como variables asociadas a la productividad primaria. La EUN se estableció como el producto de la EABN (relación CONTNPL/N natural disponible en el suelo o N natural del suelo más N exógeno) y la EUTN (relación PSPL/CONTNPL). El análisis general de los resultados muestra que la EABN, la EUTN y la EUN fueron mayores ($p < 0.01$) bajo las condiciones del tratamiento de oferta natural de N del suelo, en tanto que estas relaciones no presentaron diferencias significativas entre progenies.

RINCÓN, E.A. Selección de material de nogal cafetero *Cordia alliodora* Ruiz y Pavon O Ken por alta productividad y tolerancia al disturbio causado por el candidato a fitoplasma. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Mayo 15, 2009).

Resumen: El nogal cafetero *C. alliodora* es una especie importante en los programas de reforestación en Centroamérica y África ecuatorial. Este árbol es un componente frecuente de los sistemas agroforestales, especialmente café, donde provee sombrío y madera, la cual es utilizada para la elaboración de muebles decorativos resistentes al ataque de hongos e insectos. Aunque existe una alta variabilidad genética reportada dentro de *C. alliodora*, no se cuenta con materiales mejorados de alta producción en madera (m^3/ha), los cuales puedan ser utilizados no sólo como sombrío (en las zonas donde la especie lo requiere) sino además en los programas de certificación en los que se necesitan un número de especies forestales nativas asociadas al café. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en convenio con el Ministerio del Medio Ambiente y Conif en el año 1996, iniciaron un proyecto denominado “Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial, *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*”, donde se evaluaron, seleccionaron y establecieron en Buenavista (Quindío) y en Restrepo (Valle del Cauca), los primeros árboles plus (árboles con características agronómicas sobresalientes) de *C. alliodora*. La progenie (medios hermanos) de los árboles plus se plantaron como parcelas de 25 unidades de observación, mediante un diseño de bloques completos al azar, en Pueblo Bello (Cesar), Floridablanca (Santander), Chinchiná (Caldas), Belén de Umbría (Risaralda), Fredonia (Antioquia) y Libano (Tolima). Anualmente se evaluaron los caracteres dap (diámetro normal a 1,30 m), altura total y el rendimiento en términos de vcc (volumen con corteza) en m^3/ha , que permitieron seleccionar los genotipos de mayor rendimiento en cada una de las localidades. La aparición en el año 2004, de un disturbio en el nogal cafetero, llamado el “arrosetamiento del nogal” que constituye el problema de mayor importancia económica para la especie, hizo necesario aumentar la presión de selección de materiales para el huerto semillero, con genotipos tolerantes a la enfermedad, de acuerdo a la ausencia de síntomas en un lote bajo una presión de inóculo natural, distribuidos bajo un diseño completamente aleatorio, con 10 a 15 unidades de observación por genotipo. Se seleccionaron como materiales tolerantes y de alta productividad los

genotipos R-I-1-3, R-V-1-5, R-II-3-8, R-I-1-4, R-VI-1-2, R-III-3-1 y R-III-1-6, provenientes de Risaralda y el genotipo A-IV-1-1, proveniente de Antioquia. Dichos materiales se injertaron mediante la técnica de púa terminal y plantaron en el huerto semillero de nogal cafetero ubicado en la Estación Central Naranjal, en Chinchiná Caldas. Se tuvo en cuenta la similitud de los síntomas causados por fitoplasmas en árboles, se extrajo el ADN de las muestras vegetales y se analizó el gen ribosomal 16S más la región espaciadora (1.800 pb) y el gen rp (1.200) por la técnica de PCR anidado y digestión con las enzimas Msel, HpaII. Se identificó un fitoplasma del grupo 16SrIII asociado a los árboles enfermos, con algunas variaciones en los perfiles de restricción frente a los controles en los dos genes estudiados. Mediante la técnica de microscopía electrónica de transmisión, se detectaron estructuras desconocidas a lo largo de todo el tejido en los materiales enfermos, y no se observaron en el control negativo asintomático. Estas estructuras no son pleomórficas, limitadas al floema, como las que corresponden a fitoplasmas. Se están injertando los materiales que hacen falta en el huerto y se está verificando la transmisión mediante pruebas de injertos y la participación del insecto *Torvochromus poeyi* Guérin (Hemiptera:Lygaeidae) como posible vector del “arrosetamiento del nogal”, debido a que el conocimiento de la etiología de la enfermedad servirá de base para el diseño de estrategias de detección, prevención y manejo del problema en plantaciones comerciales.

SALCEDO R., E. F. Aplicación de la caracterización de familias de genes en el análisis del genoma del café. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Mayo 22, 2009).

Resumen: Hasta el momento con la realización de este experimento se ha podido iniciar la construcción de una clasificación global por familias de genes de café para su posterior análisis. En esta investigación se ha podido realizar estos agrupamientos por medio de la comparación de secuencias de proteínas predichas con el fin de reducir las falsas anotaciones provenientes de diferentes bases de datos públicas. Se realizaron diversas pruebas y repeticiones hasta que se logró estandarizar un “Pipeline” con las diferentes herramientas bioinformáticas para la caracterización de familias de genes en Café, incluyendo ESTscan, Blastp, OrthoMCL, TRIBE- MCL y Biolayout Express 3D. Para realizar el agrupamiento de familias de café con plantas modelo se utilizaron

dos algoritmos, OrthoMCL y TRIBE- MCL, en los cuales se utilizaron como entrada los resultados del análisis de similitud del programa Blastp entre *Coffea* y dos organismos modelo, *Arabidopsis thaliana* y *Populus trichocarpa*. El análisis con el algoritmo OrthoMCL permite analizar información sobre cuales grupos son ortólogos, parálogos o in-parálogos (Parálogos que surgen después de la división de las especies), y el TRIBE-MCL a su vez genera los archivos necesarios para que después se agrupen y se formen los clusters de familias. Mediante scripts escritos en Perl bajo plataforma Linux se ordenaron las familias en archivos independientes por cada familia. Después de realizar un cuadro comparativo de los resultados obtenidos con los dos algoritmos se optó por escoger el algoritmo OrthoMCL para la generación de familias en café. También se escribieron “scripts” en Perl para definir las anotaciones funcionales de cada uno de los miembros de cada familia para hacer una validación de la anotación que hay en la base de datos de Cenicafé, realizando una comparación por identificador y por anotación, y observando de esta forma que grupos se forman y revisando si sus anotaciones funcionales eran coherentes con las depositadas en el sistema. Finalmente, se inició la caracterización específica de familias de genes de café, incluyendo la familia de factores de transcripción *Dof1*, y familias de genes de resistencia a enfermedades.

GAITÁN B., A.L. Pequeños y poderosos: El influyente mundo de los micro RNAs. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Mayo 29, 2009).

Resumen: El RNA se ha considerado por años como la molécula de la vida involucrada en la transmisión de la información genética al interior de las células, intermediaria entre la “copia dura” del DNA y la verdadera actividad bioquímica ejecutada por las proteínas. Sin embargo, los hallazgos de la actividad catalítica del RNA por si mismo, permitieron asignarle papeles mucho mas amplios y evolutivamente antiguos, hasta el punto de hipotetizar la existencia de un “Mundo RNA” previo al que vivimos en la actualidad. El entendimiento de estas funciones adicionales del RNA permitió la explicación a fenómenos de interacción virus-plantas observados desde 1938, y que habían generado una línea de trabajo en la obtención de resistencia a estos organismos, basados en la capacidad de “silenciar” la expresión de genes particulares. Las moléculas de RNA responsables de este silenciamiento resultaron ser cortas cadenas de oligonucleótidos de entre 18 y 26 bases, que pueden

originarse de varias maneras, y que acompañados de enzimas presentes en todos los reinos del árbol taxonómico, exhiben un gran poder en reprimir la expresión de un gen. Ahora se reconoce que estos microRNAs, y sus parientes los siRNAs, participan de manera intensa no solo en mecanismos de resistencia a interferencia genética (como una infección viral), sino también el desarrollo normal de un organismo, marcando estadios de diferenciación celular y por ende de organogénesis. Las nuevas aplicaciones de estas pequeñas y poderosas moléculas pueden ser alternativas importantes en el diseño de innovaciones que benefician a la agricultura.

GÓMEZ P., C.R. La gestión ambiental en el sistema de producción de café. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Junio 5, 2009).

BERRÍO E., A. Comportamiento reproductivo de la broca del café. Chinchiná: Cenicafé, 2009 (Seminario Junio 12, 2009).

Resumen: La haplodiploidía funcional fue el sistema genético y reproductivo propuesto para la broca del café. Esto consiste en que tanto los machos como las hembras son genéticamente diploides, pero los machos funcionalmente haploides. Además, el set de cromosomas paternos no se expresan ni se transmite en ningún individuo de la progenie. Este estudio ha sido el más importante de la genética de este insecto y se basó en el seguimiento de un único marcador genético (RdL). Sin embargo, sin suficientes evidencias del efecto de la impresión genética ni de la partenogénesis, es difícil explicar las razones por las cuales existen machos diploides en cada generación. Se discutirán y propondrán nuevas hipótesis sobre los sistemas genéticos y reproductivos usados por la broca del café mediante evidencias citogenéticas y moleculares usando herramientas clásicas y modernas, tales como el estudio de la división celular del soma y el germen de machos y hembras mediante citología, análisis moleculares de perfiles genéticos y genotipificación y fenotipificación a partir de cruces de poblaciones polimórficas. Nuestros resultados indican que los machos de *H. hampei* pueden transmitir información genética a su descendencia; que las hembras, a diferencia de los machos, entrecruzan cromosomas durante la meiosis; que los machos muestran un cromosoma adicional Y; y que el comportamiento reproductivo de la broca es diferente al de haplodiploidía funcional propuesto. Se

plantea la necesidad de estudiar nuevas estrategias para entender los mecanismos reproductivos y de desarrollo en esta especie.

BUITRAGO B., C.M. Medición de humedad en línea en secado mecánico. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Junio 19, 2009).

Resumen: Para la determinación de la humedad del café en silos se utilizan métodos subjetivos basados en el color y la dureza de las almendras, que con frecuencia conducen a obtener producto fuera del rango de comercialización (10 al 12%), principalmente inferior al 10%, con pérdida de calidad del producto y pérdidas económicas al caficultor por la menor cantidad de producto para la venta y los mayores costos del proceso (mano de obra, combustible y energía eléctrica). La tecnología utilizada para medir la humedad del café y de otros granos, en los sitios de venta, no es utilizable en el proceso de secado porque mide la humedad en las capas externas del grano que es notoriamente inferior a su promedia. Otras tecnologías basadas en microondas, utilizadas para medir la humedad en línea durante el secado de diversos productos, no son viables para el secado del café en silos en Colombia por su alto costo. Partiendo de los excelentes resultados obtenidos en Cenicafé con el método Gravimet en secado solar, basado en la conservación de la materia seca durante el secado, se desarrolló tecnología que permite utilizar este método en secadores de capa estática, inicialmente. El equipo consta de un dispositivo donde se coloca una masa de café con granos sanos, sin flotes e impurezas, de igual altura a la capa a secar; los elementos mecánicos para transmitir las variaciones de masa que se presentan durante el secado se realizan por medio de una celda de carga con rango 0 a 8kg; tarjetas electrónicas para procesar la información, calcular el contenido de humedad instantáneo promedio del café depositado en la columna, que se asume igual al de la capa a secar, y presentarlo en una pantalla de cristal líquido; y alarmas para advertir al operario sobre la finalización del proceso. En este seminario se presentarán resultados muy promisorios obtenidos con el nuevo dispositivo con capas de café de 40cm de altura. Se espera que la nueva tecnología, en trámite de patente, pueda ser utilizada para medir la humedad del café en línea durante el secado en silos, obteniendo mejor calidad de café con mejor aprovechamiento del secador y menores costos.

ORTEGA, D. Diversidad del agente causal de las llagas radicales *Rosellinia* spp. en la zona cafetera de Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Junio 26, 2009).

Resumen: Las llagas radicales del café (LLR) ocasionadas por especies del género *Rosellinia*, son importantes en la zona cafetera de Colombia, tanto por la muerte de plantas en cualquier estado de desarrollo, por su amplio rango de hospedantes en especies frutales y forestales asociadas al café, la dispersión y prolongada supervivencia en el suelo y la dificultad en su manejo. Con el objeto de conocer la diversidad genética y patogénica de las especies de *Rosellinia*, para su posterior uso en el diseño de métodos de cuantificación en el suelo y su posterior manejo, se realizó esta investigación que parte de la recolección de muestras de plantas de café y cultivos asociados a este con presencia del patógeno, en fincas de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, para su caracterización molecular y posterior caracterización patogénica en chapolas de café variedad Caturra sembradas en vasos plásticos, inoculando el patógeno multiplicado en arroz parbolizado en dosis de 4.0,6.0,8.0 y 10.0 gramos/kilo de suelo, siendo la unidad experimental la chapola y 10 unidades experimentales en un diseño experimental completamente aleatorio, evaluando la muerte de plantas durante 50 días después de la inoculación. En café se identificaron 39 focos, con ataque desde 3 hasta 200 plantas, encontrándose además en raíces de cacao, macadamia, guamo, caucho, nim, plátano, yuca, aguacate, guayaba, guanábana, gmelina (*Gmelina arborea*), árbol de la cruz (*Brownea ariza*) y eucalipto. Se obtuvieron 115 aislamientos que molecularmente se clasificaron en dos grupos *R.bunodes*, *R. pepo*, coincidiendo con la identificación macroscópica de signos sobre las raíces. Con 23 de dichos aislamientos se realizaron pruebas de patogenicidad en chapolas de café variedad Caturra obteniendo hasta los 50 días mortalidad de plantas con 20 de ellos. Nueve aislamientos causaron más del 50% de mortalidad y 11 menos de 50%, mientras tres aislamientos no afectaron las chapolas. Independientemente de cualquier especie se determinaron los aislamientos de mayor patogenicidad que serán utilizados para los siguientes trabajos de identificación del patógeno en el suelo y la respuesta de germoplasma de café a dicho patógeno.

NAVARRO E., L. Genómica comparativa entre la broca del café *Hypothenemus hampei* y la falsa broca *H. obscurus*. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Septiembre 11, 2009).

Resumen: El hecho de que la broca se desarrolle y reproduzca únicamente en café (especie monófaga) tiene soportes biológicos y genéticos. No obstante, la falsa broca, una especie que parece cercana a la broca, posee hábitos polípagos, utilizando un amplio número de especies de plantas: estudios comparativos de diversas características biológicas y genéticas entre estos dos insectos revelan cuán estrechas son sus relaciones, sin embargo, una mirada más profunda en sus genomas podría suministrar la información clave para descifrar el misterio detrás de las diferencias en el uso de sus hospedantes y explicar la adaptación de la broca a plantas de café. En el futuro, esta información podría ser la base para el desarrollo de nuevas estrategias de control de la broca del café.

RIVILLAS O., C.A. Riesgos patológicos actuales y potenciales en la caficultura colombiana. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Septiembre 18, 2009).

Resumen: En Colombia, el cultivo del café continúa siendo una actividad agropecuaria de inmensa importancia social y económica. En la actualidad la zona cafetera cuenta con alrededor de 3.319.600 ha, y hay cultivadas en café 880.000 ha. En el año 2007 Colombia alcanzó una producción de 12.600.000 sacos de café de 60 Kg, producción considerada como la más alta de los últimos 12 años, de los cuales se exportaron 11.300.000. Aproximadamente 2.500.000 personas dependen en Colombia de la economía del café. El país participa de convenios regionales con la Comunidad Andina y de otros internacionales que le permiten prevenir y restringir el ingreso de plagas cuarentenarias (insectos, microorganismos y arvenses) que puedan afectar las plantaciones de café en su sanidad y producción. En el año 2007 el ICA realizó un ARP (análisis de riesgos de plagas) de manera conjunta con la Federación de Cafeteros (Cenicafé), que muestra que en el país, a pesar de existir enfermedades en el cultivo de café, en su mayoría de origen fungoso como la Roya del Cafeto, no registra la presencia de nuevas enfermedades que sean limitantes para la producción de café. En ese análisis se aprecia, sin embargo, que existe la posibilidad que nuevas enfermedades puedan afectar la caficultura Colombiana (hongos 54; nematodos 10; bacterias 10 y virus 2) y por ello es necesario

fortalecer todas las medidas legales de exclusión, erradicación y prevención que impidan el ingreso de estas. El país en ocasiones, se ha visto obligado a importar café para satisfacer la demanda interna y esa actividad se debe realizar cumpliendo todos los protocolos fitosanitarios establecidos, pues es una de las formas más propicias para el ingreso de patógenos cuarentenarios. Colombia exporta diferentes tipos de café los cuales gozan de un reconocimiento por todos sus atributos agronómicos y de calidad en taza, pero deben ser esas condiciones preservadas y ojalá mejoradas incorporándole conceptos de trazabilidad e inocuidad. En este seminario se presenta una visión de cómo el cambio climático, el precio del petróleo y por ende de los fertilizantes y algunas otras consideraciones técnicas pueden favorecer el ingreso de algunos patógenos al país y estimular o disminuir el avance de las enfermedades ya existentes en el cultivo de café.

BENAVIDES M., P. Los parasitoides en el control de la broca del café en Colombia. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Septiembre 25, 2009).

Resumen: Colombia ha sido líder mundial en investigación con parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Se han introducido, producido y liberado tres especies: *Prorops nasuta*, *Cephalonomia stephanoderis* y *Phymastichus coffea*. El único parasitoide establecido ha sido *P. nasuta* y se encuentra parasitando naturalmente a la broca en varias regiones del país. Actualmente se tiene una metodología exitosa de producción de broca en dietas artificiales que permitiría criar estos parasitoides a menores precios. Estos agentes de control recobran importancia ante el aumento de sistemas de producción de café certificado y orgánico.

GÓNGORA B., C.E. Genómica del agente de control biológico *Beauveria bassiana* [cd rom]. I Seminario experiencias en la inversión en ciencia y tecnología en el sector agropecuario colombiano estrategias y resultados alcanzados. Bogotá: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2008. 52 p. 35 Refs.

Resumen: El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Vuillemin) hace parte de la estrategia de manejo integrado de la broca en Colombia. Sin embargo, los resultados del control obtenidos han sido algunas veces contradictorios. Con el objetivo de identificar los genes responsables de la patogenicidad de *B. Bassiana* contra la broca del café y aumentar la

virulencia de las cepas de *B. bassiana* y su resistencia frente a condiciones medioambientales adversas, se está desarrollando este estudio, el cual a través de la secuenciación de librerías de cDNA de longitud completa y de librerías sustractivas del hongo creciendo en broca ha permitido conocer algunos de los genes involucrados en la interacción hongo-insecto. Se cuenta con alrededor de 2400 unigenes de *B. bassiana*. Con esta información y a través del uso de microarreglos y PCR en tiempo real se identificaron los primeros factores de virulencia que permiten que *B. Bassiana* ataque la broca. Algunos de estos genes han sido aislados y por transformación genética, se pudo demostrar que la sobreexpresión de una proteasa alcalina presente en el hongo al igual que una esterasa, incrementa la virulencia del hongo contra la broca, de tal forma que se han desarrollado cepas mejoradas con respecto a su patogenicidad frente al insecto. Con respecto a la resistencia a condiciones medioambientales adversas, se han desarrollado librerías diferenciales y de longitud completa frente a condiciones de alta radiación UV, se han identificado cepas que son más resistentes a la luz UV y se aisló y caracterizó una secuencia de un gen de fotoliasa, una proteína que realiza reparaciones en el ADN del hongo. Finalmente, estas investigaciones han permitido generar herramientas para mejorar la eficiencia del control biológico de *B. basiana* frente a la broca.

CADENA G., G.; ACUÑA Z., J.R.; BENAVIDES M., P.; CRISTANCHO A., M.A.; DOMÍNGUEZ T., J.R.; GAITÁN B., A.L.; GÓNGORA B., C.E.; HERRERA P., J.C.; MOLINA V., D.M.; MONCADA B., M. DEL P.; POSADA S., H.E.; VILLARREAL P., D. Iniciativa para el estudio del genoma del café *Coffea arabica* su principal plaga la broca *Hypothenemus hampei* y el agente de control biológico *Beauveria bassiana* [cd rom]. I Seminario experiencias en la inversión en ciencia y tecnología en el sector agropecuario colombiano estrategias y resultados alcanzados. Bogotá: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2008. 36 p.

Resumen: El componente de Café en la iniciativa Genómica adelantada por Cenicafé y patrocinada por la Federación de Cafeteros y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene como objetivo principal identificar las regiones del genoma responsables de la expresión de características de importancia económica para Colombia, en especial la resistencia a la broca del café, la resistencia a la roya, floración,

producción y calidad de la bebida. La identificación de esas regiones se hace usando herramientas como citogenética, creación de librerías (ADNc, genómicas, BAC), diseño de microarreglos, desarrollo de sistemas de transformación y el análisis computacional, que permiten la caracterización de genes candidatos y el desarrollo de marcadores moleculares ligados a ellos. Estas secuencias se analizan estructuralmente y por comparación con otros genomas para proponer una función putativa y la participación en rutas metabólicas de la planta. Mediante experimentos de genómica funcional se determinan las condiciones bajo las cuales estos genes son efectivamente expresados, complementado la información obtenida en el análisis estructural. El proyecto explora el germoplasma disponible y pretende acelerar el proceso de selección para desarrollar nuevas variedades que den respuesta a las condiciones limitantes del cultivo, consoliden las ventajas del café en el mercado internacional y ofrezcan nuevas posibilidades para la cadena. Se presentan los avances obtenidos en los que se ha contado con la colaboración de las universidades de Cornell, Maryland y Arizona en los Estados Unidos y el IRD en Francia, y se ha capacitado una base importante de investigadores en Genómica para el país.

CRISTANCHO A., M.A. Desarrollo de una plataforma de bioinformática para el proyecto de genómica de cenicafé [cd rom]. I Seminario experiencias en la inversión en ciencia y tecnología en el sector agropecuario colombiano estrategias y resultados alcanzados. Bogotá: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2008. 31 p.

Resumen: El proyecto de estudio del genoma de Cenicafé genera gran cantidad de información, especialmente de secuencias de ADN, por lo que es necesario crear una estrategia para que los datos sean almacenados y estructurados de forma que sean fácilmente accesibles. El almacenamiento debe realizarse de una forma en que los investigadores puedan acceder y comparar datos particulares almacenados en grandes volúmenes de información. Los datos también deben ser organizados de forma que las relaciones entre ellos sean simples de entender y que, en lo posible, sean almacenados en un lenguaje común. Para tal efecto se desarrolló en el área de Bioinformática de Cenicafé, un sistema de información de datos genómicos LIMS (Sistema integrador de manejo de laboratorio) el cual, basado en su mayoría en herramientas GPL, permitió construir un sistema a bajo costo y de alta calidad, con los aplicativos

necesarios para asistir las necesidades en estudios de genómica, específicamente para el manejo de la información relacionada con las secuencias de EST's (secuencias de ADN que conforman partes de genes), BACs (secuencias genómicas) y Microsatélites (marcadores moleculares) de varias especies de café, la broca y el hongo *B. bassiana*. El sistema es accesible desde la Intranet de Cenicafé mediante un mecanismo de autenticación seguro, permitiendo acceder a los datos de forma rápida y eficiente. Este sistema se encuentra en constante cambio debido a las continuas actualizaciones de los datos obtenidos en los proyectos de genoma de Cenicafé y de los datos de secuencias contenidos en los bancos de datos mundiales.

BENAVIDES M., P. Genómica de la broca del café *Hypothenemus hampei* [cd rom]. I Seminario experiencias en la inversión en ciencia y tecnología en el sector agropecuario colombiano estrategias y resultados alcanzados. Bogotá: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2008. 45 p.

Resumen: Los estudios de genómica de la broca conforman investigaciones sobre el estudio de enzimas del insecto involucradas en la digestión del grano de café, el desarrollo de marcadores moleculares, estudios de la expresión génica y determinación de herencia de genes. Los resultados más sobresalientes han sido la clonación de genes y la caracterización bioquímica y molecular de tres enzimas que participan en la degradación de galactomananos (mananasa), hemicelulosa (xilanasas) y en el metabolismo de la cafeína (citocromos P450), lo cual ha generado un mapa proteómico del intestino con 160 proteínas, 818 secuencias de unigenes, 65 secuencias de unigenes de larvas y una patente en trámite. Se ha determinado la biogeografía de la broca en una colección mundial, lo cual ha permitido obtener nueve marcadores moleculares dominantes y dos co-dominantes y la formación de líneas homocigotas de poblaciones del país. Se determinó el tamaño genómico de la broca en 110.6ñ8 Mb. Se comparó a nivel biológico y genómico la broca *H. hampei* y la falsa broca *H. obscurus*, generando 1136 y 848 secuencias de unigenes a partir de adultos completos respectivamente. Se asociaron caracteres reproductivos de la broca a partir de variantes alélicas del gen codificante GabaA y se estandarizaron metodologías para la preparación de cromosomas, hibridación in-situ y análisis de heterocromatina constitutiva (Bandeo-C) para la caracterización de fases meióticas de

células germinales y la hibridación de genes sobre cromosomas de broca. Se obtuvieron 187 secuencias de unigenes expresados en introducciones de café con resistencia a broca.

SALAZAR G., L.F. Apuntes generales sobre la geología de la zona cafetera colombiana. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Octubre 02, 2009).

Resumen: Se presenta un compendio de observaciones generales sobre la geología de la zona cafetera colombiana, apoyado en la literatura científica generada en su mayor parte por investigadores de Ingeominas y la Federación Nacional de Cafeteros y su enfoque general, es la relación estrecha entre la geología y los movimientos en masa que se presentan en la zona cafetera. La zona andina Colombiana está expuesta a amenazas naturales, como los sismos, eventos volcánicos, movimientos en masa entre otros. En la actualidad el riesgo es mayor debido a la alta presión demográfica en los Andes colombianos. Las causas de los eventos de erosión y movimientos en masa de la zona cafetera colombiana, son de tipo natural y antrópico. Esta región presenta un componente geológico complejo, debido a la tectónica producto del choque de tres placas, la orogenia y diversos eventos geológicos recientes. Lo anterior ha favorecido la alta variabilidad de las formaciones geológicas, geomorfológicas y edafológicas actuales. La orogenia producto principalmente de la subducción, ha fracturado y plegado las estructuras de las tres cordilleras, las cuales desde su origen son distintas entre sí. Entre las zonas de fractura o sutura conocidas como fallas geológicas, la más importante en la zona cafetera colombiana es el Sistema de Fallas de Romeral, el cual divide los territorios geológicos provenientes de la corteza continental de la oceánica, por lo cual se reporta como una posible zona antigua de subducción. La cordillera Central, la más antigua de las tres cadenas montañosas tiene afinidad continental y al oeste en el área de influencia del Sistema de Fallas de Romeral, afinidad oceánica, el núcleo de esta cordillera es metamórfico denominado complejo Cajamarca y presenta intrusiones de rocas ígneas intrusivas e intermedias. En la zona de influencia del Sistema de Falla de Romeral se encuentran los complejos Quebradagrande y Arquía, que se distinguen por la presencia de material volcánico y metasedimentario (esquistos y lutitas), muy blandos y altamente meteorizados, por estar localizados en una zona de alta influencia tectónica y sometidos a metamorfismo regional (altas presiones

y temperaturas) muy susceptibles a la erosión. La cordillera occidental, es la segunda en formación y tiene afinidad oceánica, constituida principalmente por rocas básicas (basaltos, metabasaltos) y sedimentarias donde se destaca la formación Barroso que origina suelos de textura arcillosa ricos en Ca y Mg. La cordillera Oriental es la más reciente, se constituye principalmente de rocas sedimentarias formadas a partir de la litificación de sedimentos marinos y continentales, además de rocas ígneas y metamórficas, presenta alto grado plegamiento y como formaciones importantes en zona cafetera se encuentra la formación Villeta, caracterizada por la presencia de Lutitas, rocas metasedimentarias blandas y altamente susceptibles a los movimientos en masa. Las formaciones geológicas superficiales son las más recientes y en su mayoría son de tipo sedimentario provienen de la actividad volcánica, glacial y depósitos coluviales y aluviales, se caracterizan flujos de material volcánico, piroclastos que cubren las formaciones antiguas y moldean el paisaje actual. La zona cafetera presenta además actividad sísmica desde alta hasta intermedia, los sismos al igual que las lluvias, son factores detonantes importantes de los movimientos en masa y amenazas naturales. El conocimiento de la geología y geomorfología de la zona cafetera colombiana no solo es importante para comprender el origen y características de los suelos sino también para mitigar y prevenir las amenazas y riesgos naturales.

VILLEGAS G., C. La muerte descendente: Una enfermedad de altura en el cultivo del café. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Octubre 09, 2009).

Resumen: Actualmente en cultivos establecidos a libre exposición solar, localizados en altitudes mayores a 1.600 m., con regímenes de lluvia prolongados, baja luminosidad y temperaturas menores a 20°C, es frecuente encontrar árboles con muerte descendente, quema o derrite. Esta enfermedad es ocasionada por el hongo fitopatógeno *Phoma* spp. Este hongo se registró en Colombia en 1951, y causa serios daños económicos debidos al atraso en el desarrollo de las plantas, desarreglo en los ciclos de renovación y de producción, y disminución de la producción en el lote. En este seminario se presenta la distribución de la enfermedad a nivel mundial, síntomas, proceso infectivo, ciclo de vida y manejo, entre otros aspectos.

ESCOBAR O., C. Diversidad de razas de roya del café: resolviendo el enigma. Chinchiná: Cenicafé, 2009. (Seminario Octubre 16, 2009).

SANZ U., J.R.; RAMOS G., P.J.; OLIVEROS T., C.E. Optoelectronic analyzer of coffee fruits. Madison: University of Wisconsin, 2008. 8 Refs. Ing.

Resumen: El café colombiano es mundialmente famoso debido a su calidad, la cual se debe a combinaciones únicas de condiciones como suelo, clima, prácticas agrícolas, cosecha y procesamiento. Debido a que el mercado del café se está orientando hacia los cafés especiales se generó la necesidad de crear una máquina optoelectrónica que permita identificar los diferentes grados de maduración de los frutos de café.

Trabajos de grado

GUTIÉRREZ F., J.M. Metodologías para la construcción de ventiladores centrífugos para secado mecánico de café en talleres rurales. Pereira (Colombia), Universidad Tecnológica de Pereira, 2008. 122 p. (Tesis: Ingeniero Mecánico) (Tesis dirigida por Juan Rodrigo Sanz U.)

Resumen: En general, el café secado mecánicamente en Colombia, presenta desuniformidad en el contenido de humedad final del producto, además el tiempo del proceso se ha tornado excesivo, debido a la imprecisión y bajo flujo de aire y presión que generan los ventiladores utilizados actualmente en los sistemas de secado, consecuentemente, el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), como ente encargado de las actividades de investigación de la Federación Nacional de Cafeteros, ha desarrollado una gama de soluciones en beneficio del productor del grano colombiano, con el fin de disminuir los costos de producción para aumentar la utilidad que genera el producto. Es por eso que en este trabajo se presenta una metodología para la construcción de ventiladores centrífugos utilizados en el secado mecánico de café, de fácil aplicación en los talleres rurales dispuestos en la zona cafetera. El objetivo de esta investigación fue entonces diseñar tres ventiladores centrífugos, capaces de generar el caudal de aire necesario a la presión requerida en el proceso, para tres capacidades específicas de secado 1.000, 1.500 y 2.000 kg (80, 120 y 160 de café pergamino seco (cps). Para obtener los

parámetros de diseño, se caracterizaron 9 sistemas de secado mecánico con capacidades desde 1.250 kg (100 hasta 4.375 kg (350 de cps , determinando las curvas de pérdidas de presión en función del caudal de aire, generadas por el intercambiador de calor de cada sistema. Para el diseño de los ventiladores se utilizó un software, el cual integra tres programas computacionales: Excel , Inventor y Visual Nastran. Con base en los planos resultantes de este diseño, se desarrolló un método para la construcción de los ventiladores utilizando “plantillas” y un procedimiento descriptivo para el manejo de las mismas. Finalmente los ventiladores construidos fueron evaluados en los sistemas de secado mecánico dispuestos en Cenicafé, demostrando que éstos cumplen con las necesidades planteadas en cuanto a caudal de aire y presión estática se refiere para cada capacidad de secado, además de un valor agregado importante, los rotores de dichos ventiladores pueden ser balanceados en una máquina balanceadora de ruedas de autos y camiones, disminuyendo aún más, los costos de operación por mantenimiento de los equipos.

VELÁSQUEZ F., S. Redistribución de la lluvia y nutrimentos en cuatro coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia (Chinchiná, Caldas). Manizales (Colombia), Universidad de Caldas, 2008. 59 p. 79 Refs. (Tesis: Biólogo) (Tesis dirigida por Alvaro Jaramillo R.)

Resumen: Para las condiciones de Naranjal-Romelia, Chinchiná, Caldas y en cuatro coberturas vegetales: Cafetal a libre exposición solar de la variedad Tabi, cafetal variedad Tabi bajo sombrío de guamo *Inga densiflora*, pastizal y bosque, se midieron los diferentes componentes hidrológicos que ocurren dentro de ellos. Las variables medidas fueron la interceptación de la lluvia por la parte aérea de la vegetación, la lluvia efectiva, la cantidad de agua retenida por la zona superficial (constituida por la vegetación del estrato rasante, menor que 30 cm, mas el mantillo), la percolación y la tensión de la humedad en el suelo. Al relacionar los componentes hidrológicos con relación a la lluvia externa, los valores de interceptación variaron entre 14,3% en el cafetal variedad Tabi con sombrío de guamo *Inga densiflora* y 3,3% en el pastizal; la escorrentía varió entre 6,3% en el pastizal y 2,7 % en el cafetal a libre exposición solar. Del total de la lluvia externa una gran proporción de ella es interceptada por la zona superficial con valores que varían entre 45,5% en el pastizal y 44,6% en el cafetal a libre exposición solar. De las proporciones de agua

que se percolan, los mayores valores se presentan en el cafetal bajo sombrío de guamo (47,4%) y en el bosque (45,7%). Los valores encontrados en los distintos componentes del ciclo hidrológico de las diferentes coberturas estudiadas están correlacionados de manera positiva.

PAIBA A., J.E. Avifauna en tres robledales del Huila. Manizales: Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias exactas y naturales, 2008. 74 p. (Tesis: Biólogo) (Tesis dirigida por Jorge Eduardo Botero).

Resumen: Los robledales son uno de los sistemas andinos de mayor importancia para la conservación de la avifauna colombiana, sin embargo están amenazados por el aumento de la intervención humana. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la composición y estructura de la avifauna en tres robledales de *Colombobalanus excelsa* en el sur del departamento de Huila, Colombia.

ARANGO R., J.G. Interferencia de coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café. Manizales: Universidad de Caldas. Facultad de ciencias agropecuarias, 2008. 71 p. + 1 cd rom. 99 Refs. (Tesis: Ingeniero agrónomo) (Dirigida por Luis Fernando Salazar Gutiérrez)

Resumen: La utilización de coberturas vegetales es la práctica más eficiente en el control de la erosión ya que protegen el suelo del impacto de las gotas de agua lluvia que lo desprenden e impermeabilizan además estas coberturas juegan un papel muy importante en el manejo integral del suelo al intervenir en el ciclaje de nutrimentos, regulación de la humedad y temperatura, mejoramiento de algunas propiedades físicas y biológicas del mismo por lo que se propuso evaluar el efecto de Maní forrajero (*Arachis pintoi* K.), *Desmodium* (*Desmodium* spp.) y arvenses nobles propias de la zona central cafetera sobre el crecimiento del café, éstas se establecieron en la zona de raíces (plato) y en las calles del café, igualmente se tuvieron tratamientos con cobertura en las calles del cultivo y sin cobertura en la zona de raíces o con la adición del mulch en el plato, se evaluaron nueve tratamientos además de un testigo libre de arvenses bajo un diseño completamente aleatorio con 6 repeticiones las cuales fueron sometidas a un postbloqueo para mejorar la potencia de la prueba estadística. El experimento fue ubicado en la Estación Central Naranjal en el municipio de Chinchiná, Caldas, en un cultivo de café variedad Castillo® Trinidad de seis

meses de edad, sembrado a una distancia de 1,5 x 1,5 m y con dos tallos por sitio, en suelos derivados de Cenizas volcánicas (Melanudands). El efecto de las coberturas sobre el café se evaluó sobre la altura y número de cruces de la planta a los 24 meses de edad y 12 meses después de establecidas las coberturas, igualmente se evaluó la humedad volumétrica del suelo a los 18 meses de edad del cultivo en una época seca, además de esto con el objetivo de evaluar el desarrollo de las coberturas en el cultivo del café y aporte de nutrimentos a partir de su biomasa, para ser usadas como un complemento en el manejo integrado de arvenses, la prevención de la erosión e identificar su potencial como abonos verdes. Después de nueve meses de sembradas se encontró un mayor porcentaje de cobertura para *A. pintoii* (84%) que para *Desmodium* spp. (76%) al igual que la producción de biomasa con 4602 kg.ha⁻¹ de materia seca para *A. pintoii* y 2826 kg.ha⁻¹ de materia seca para *Desmodium* spp. evaluada tres meses después de su poda a cinco cm del suelo; en cuanto al aporte de nutrimentos por la biomasa *A. pintoii* presentó valores superiores que *Desmodium* spp. de N, P, K, Ca y Mg (144,6; 9,2; 101,25; 70,88 y 17,95 kg.ha⁻¹ respectivamente), mientras que la última presentó valores de 65,0; 5,6; 39,56; 21,20 y 6,22 kg.ha⁻¹ respectivamente, las coberturas maní forrajero, desmodium y las arvenses nobles presentaron tasas de descomposición de k.día= 0,0208; 0,0071 y 0,0102 lo que demuestra que el maní forrajero se descompone más rápidamente que las demás coberturas, sin embargo la descomposición de todas las coberturas evaluadas es rápida; también se encontró que la adición de mulch en los platos de las plantas de café disminuía las pérdidas de K y Mg y que el mulch del maní forrajero mejoraba los contenidos de P en el suelo; en cuanto a la altura de la planta y el número de cruces, el tratamiento *Desmodium* en plato y calles fue el que presentó los menores valores siendo diferente estadísticamente del testigo y de los demás tratamientos, estos últimos fueron iguales al testigo, es decir que no tuvieron efecto sobre el crecimiento y el número de cruces de la planta de café con lo cual se puede concluir que el maní forrajero puede presentar mejores características en cuanto a su establecimiento en el cultivo del café bajo las condiciones de estudio y es una cobertura de uso potencial como abono verde.

CAMPOS A., G.E. Diagnóstico del problema denominado chamusquina en cafetales de altura

del departamento del Huila. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agropecuarias, 2009. 96 p. 23 Refs. (Tesis: Ingeniero Agropecuario) (Tesis dirigida por Bertha Lucía Castro Caicedo)

Resumen: La “Chamusquina” o quemazón de cogollos, es un nuevo disturbio observado en cafetales tecnificados de zonas entre 1650 a 2000 m de los municipios de La Plata, La Argentina, El Pital y Paicol, en el suroccidente del Departamento del Huila. Los síntomas se caracterizan por múltiples lesiones necróticas de tamaño y forma variable en hojas jóvenes de plantas de café, tanto en siembras nuevas como en zocas de todas las edades y en las variedades Caturra y Colombia. El impacto del disturbio genera la defoliación y/o quemazón de brotes, generando reducciones hasta del 50% en su productividad. Según los caficultores de la zona, el primer registro de “Chamusquina” se hizo en 1998, en una Finca de la Vereda La Palma, Municipio de La Plata, a una altitud de 1750 m.s.n.m.; se observaron plantas con los síntomas antes descritos, en un foco pequeño, sin que revistiera gravedad en su momento, considerándose como un posible daño de “Muerte descendente” (*Phoma* spp.), prevalente de la zona; a partir de este foco el disturbio se ha diseminado, al punto de que hoy en día se estiman 700 hectáreas de café afectadas. Investigaciones que se están realizando en Cenicafé, muestran la presencia de hongos como *Poma* spp., *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria* spp.; sin embargo, no se tiene aún claridad o contundencia en su responsabilidad, al igual que una posible asociación con los insectos chupadores que frecuentan dichos cafetales y que según observaciones de caficultores son también responsables del disturbio. Con el fin de apoyar las investigaciones que se están realizando para dilucidar el o los organismos o la causa del problema, además de conocer las características del disturbio “in situ” e implementar medidas de manejo, se planteó el presente trabajo de tipo exploratorio descriptivo, efectuado entre agosto de 2006 a Febrero de 2007. Se evaluaron 75 fincas cafeteras ubicadas entre 1650 a 2000 m.s.n.m., seleccionadas aleatoriamente en los 4 municipios antes mencionados. Con un error de estimación del 5% y confiabilidad mínima del 75%, se registró en cada finca, la incidencia y severidad (proporción de brotes afectados) de Chamusquina. Además se registraron variables agronómicas y externas de los lotes. Los resultados mostraron la presencia de Chamusquina en el 82,6% de las fincas

visitadas; en mayor proporción en La Plata con 97%, La Argentina con 69%, Pital 62% y Paicol con 50%. Se encontraron fincas con severidad entre 5% a 47%, predominando esta última cifra en cafetales de La Plata y La Argentina. En todas las fincas se notó presencia de "Muerte descendente" (*Phoma* sp.) en diferentes niveles de ataque. El disturbio *Chamusquina* se observó distribuido en forma generalizada (85%) en los lotes de mayor incidencia, cuya presencia inicial se observó hace 3 a 8 años y en focos pequeños en el 15% de los casos, en lotes de reciente presencia como en veredas de El Pital y Paicol, o inclusive en algunas zonas en La Plata y La Argentina. Se observó mayor incidencia y severidad en alturas entre 1750 a 2000 m., en lotes a plena exposición y especialmente en áreas aparentemente expuestas a corrientes de aire provenientes de los nevados del Huila, Puracé y Sotaré, contrastando lotes afectados, junto a lotes libres de síntomas, tanto en topografía plana, ondulada o pendiente. Se observó menor incidencia en cafetales con árboles de sombrío y/o asociado con plátano o maíz. Se observó igual ataque en las variedades Caturra, Colombia y Típica. No se observó relación de ataque con densidades de siembra, siendo afectadas igualmente zocas y siembras nuevas, de 2 a 8 años de edad. Con relación a la cobertura de arvenses, se observó un promedio de incidencia del 65% y severidad del 32% de *Chamusquina* en lotes completamente libres de arvenses y con cobertura moderada, mientras en aquellos lotes sin desyerbar dichas variables fueron inferiores (51% y 21% respectivamente). En la mayoría de los lotes evaluados predominan suelos con textura Franco arcillosa a franco arcillo arenoso, con promedio de pH de 4,9 y materia orgánica de 10,9. Los análisis de fertilidad de suelos en los lotes de mayor y menor incidencia de *Chamusquina* no mostraron diferencias significativas con el disturbio, encontrándose valores promedios de elementos mayores y menores en los rangos adecuados para café y aunque se observaron deficiencias nutricionales en algunos lotes no marcaron relación alguna con *Chamusquina*. El 38% de los caficultores con lotes afectados por *Chamusquina* han aplicado diferentes productos químicos como: Dithane, Benlate, Metilparathion, Oxiclورو de cobre, Lorsban, Derosal, Sistemin, Tamaron, Alto 100, sin que tengan un control satisfactorio. Al momento de la evaluación, el 80% de los caficultores que hacen control químico utilizaron Karate insecticida piretroide (i.a. lamdacialotrina), solo o en mezcla con otro producto, aplicando entre 1 a 6 veces/ año.

Aunque el 50% de los caficultores que aplican Karate afirmaron que el producto es bueno puesto que reduce los síntomas de *Chamusquina* durante dos meses, la incidencia en los lotes aplicados osciló.

CARDONA R., D.M. Ecología del mono nocturno andino *Aotus lemurinus* en fragmentos de bosque subandinos de Colombia. Manizales: Universidad de Caldas. Departamento de Ciencias Biológicas, 2009. 56 p. 77 Refs. (Tesis: Biólogo) (Tesis dirigida por Jorge E. Botero E.)

Resumen: El mono nocturno andino (*Aotus lemurinus*) es una especie de primate poco conocida de los Andes de Colombia y Venezuela, que ha sido clasificada como vulnerable a la extinción. Con el fin de investigar la ecología básica de este primate se estudiaron cinco grupos familiares en cuatro fragmentos de bosque en paisajes agrícolas de la cuenca media del río Cauca, Colombia. Desde diciembre de 2004 hasta mayo de 2005, se dedicaron 42 noches para estudiar el tamaño y composición de los grupos, patrón de actividades, movimientos y hábitos alimenticios. Se usaron los métodos de barrido y observaciones *ad limitum* para estimar el presupuesto de actividades, identificar los alimentos consumidos, evaluar la distancia recorrida y área de ocupación y se mapearon los recorridos nocturnos. Los grupos tuvieron un tamaño que varió entre tres y cinco individuos. Los grupos se desplazaron por rutas habituales en los estratos medio y superior del bosque, recorrieron distancias entre 298 m y 890 m y ocuparon áreas entre 0.5 y 1.5 ha. Los monos dedicaron el 50.6% del tiempo al forrajeo, 39.6% al movimiento, 4.9% al reposo, 1.7% a vocalizaciones, 1% a actividades sociales y 2.2% a otras actividades. Del tiempo dedicado a forrajeo, los monos invirtieron 65.8% de éste para alimentarse de frutos, 28.2% de artrópodos, 4.2% de flores y menores porcentajes de cogollos y semillas. Utilizaron como alimento 29 especies de plantas de 16 familias, las más consumidas fueron *Cecropia telealba*, *Ficus* cf. *maitin* y *Ficus* cf. *palmicida*. Este es el primer estudio de la ecología del mono nocturno andino en la naturaleza. Nuestros estudios indicarían que esta especie es adaptable y tolera la fragmentación y la presencia humana. Es sin embargo importante continuar los estudios sobre la ecología de esta especie en paisajes rurales para evaluar su viabilidad e identificar y desarrollar herramientas que aseguren su conservación.

AGUIRRE A., N. Estructura poblacional y diversidad genética del roble negro *Colombobalanus excelsa*

[lozano, Hern. Cam. & J.E. Henao s.] Nixon & Crepet en cuatro remanentes de bosque intervenido en la zona cafetera del suroriente del Huila Colombia. Manizales: Universidad de Caldas. Departamento de Ciencias Biológicas, 2009. 42 p. 60 Refs. (Tesis: Biólogo) (Tesis dirigida por Jorge E. Botero E.)

Resumen: Se realizó un estudio de la estructura poblacional y diversidad genética del Roble Negro en cuatro remanentes de bosque de la zona cafetera del suroriente del departamento del Huila, Colombia. Esta es una especie endémica de los Andes colombianos, con una distribución restringida. En cada remanente se establecieron cuatro parcelas de 50 x 20 m donde se midieron todos los individuos de Roble Negro. Con estos datos se calcularon las densidades para cada clase diamétrica y se construyeron modelos probabilísticos de distribución de frecuencias diamétricas para cada remanente de bosque: Gamma, Gaussiana Inversa, Empírico y Birbaum-Saunders, también se comparó la distribución espacial de los individuos entre remanentes. Se colectaron además muestras de 40 individuos para análisis genéticos con marcadores microsatélites en el laboratorio de biología molecular del Instituto Alexander von Humboldt. Los resultados indican que el 80% de los individuos está en las primeras clases diamétricas, lo cual podría denotar que estas poblaciones de Roble Negro se encuentran en una fase de recuperación después de una fuerte intervención antrópica. En los análisis genéticos se encontraron 14 alelos para toda la población y una heterocigocidad esperada baja de 0.2797. Este estudio permite avanzar en el conocimiento del Roble Negro para el diseño adecuado de planes de conservación de la especie en Colombia.

RODRÍGUEZ V., N. Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Valencia (España), Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería hidráulica y Medio ambiente, 2009. 508 p. (Tesis: Doctor) (Tesis dirigida por Miguel Rodilla Alamá)

Resumen: El objetivo principal de esta investigación es la generación de la información necesaria para el diseño de un biosistema integrado que utilice macrófitas para el postratamiento de las aguas mieles del café, buscando que sus efluentes generen el menor impacto negativo posible sobre el ecosistema acuático cafetero, presentando alternativas viables, desde el punto de vista técnico, económico, ambiental

y social, para la adecuada disposición de la biomasa generada durante el proceso de depuración.

SALAZAR G., L.F.; CASTAÑEDA S., J.A. Contribución a la solución de problemas de inestabilidad de laderas con técnicas de bioingeniería en la región cafetera central de Colombia a partir del análisis de caso de los taludes de la vía interna de cenicafé. Manizales: Universidad de Caldas. Departamento de Ciencias Geológicas, 2009. 77 p. 36 Refs. (Tesis: Especialista en Geotecnia)

Resumen: Dadas las condiciones de geología, suelos, relieve y clima de la región central cafetera colombiana, ésta se considera altamente susceptible a los movimientos en masa, pero se conocen muchos aspectos relacionados con estos fenómenos relacionados con la acción antrópica irracional. Por ello y con el fin de revertirlos, se debe generar conocimiento mejor acerca de sus causas, factores, procesos y mecanismos que los producen y plantear formas de prevenirlos y solucionarlos. Con el presente estudio se pretende contribuir a la solución de problemas de inestabilidad de laderas con técnicas de bioingeniería en la región cafetera central de Colombia, a partir del análisis de caso de los taludes de la vía interna de Cenicafé. Para el cumplimiento de los objetivos, la investigación comprendió tres fases metodológicas, la primera consistió en la determinación de los factores geotécnicos y antrópicos asociados a los problemas de inestabilidad en el área de estudio, la cual se ejecutó por medio de los análisis de fotointerpretación, estructural de las rocas, suelos y el diagnóstico de los signos de inestabilidad de laderas por la metodología-matriz de causalidad. La segunda trató de la evaluación de obras de bioingeniería y biotécnicas en el sitio de estudio y, la tercera, la recomendación de soluciones a los signos de inestabilidad por métodos bioingenieriles de acuerdo a los resultados de las fases previas y los tratamientos reportados en la literatura especializada. El estudio del caso tipo en Cenicafé es un punto de referencia para extenderlo inicialmente en el eje cafetero y poder proponerlo de manera general en el territorio colombiano donde algunas características como litología, tipo de suelo, pluviosidad, entre otras, guarden similitud con las que hacen parte de la zona objeto de estudio, para detallar el comportamiento de las obras bioingenieriles, el presente trabajo muestra una secuencia multitemporal de la evolución de los taludes tratados en el sector de Cenicafé.

LÓPEZ R., J.C. Estudio de la eficiencia en el uso del nitrógeno de *Coffea arabica* L. [cd rom]. Manizales: Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2009. 87 p. 114 Refs. (Tesis: Maestro en sistemas de producción agropecuaria) (Tesis dirigida por Néstor Miguel Riaño Herrera)

Resumen: Se estudió en casa de mallas durante nueve meses la eficiencia en el uso del nitrógeno (N) EUN = eficiencia en la absorción del N (EABN) x eficiencia en la utilización del nitrógeno (EUTN) y su relación con el crecimiento en plantas de almacigo de cuatro progenies derivadas del cruzamiento entre *Coffea arabica* var. Caturra y el Híbrido de Timor (BH1247, CU1778, CU1997 y CX2178) a través de la evaluación de dos tratamientos de disponibilidad de N (sin aporte exógeno - SN: disponibilidad natural de N en el suelo y, con aporte exógeno - CN: disponibilidad natural de N del suelo más adición exógena de N según la tasa de extracción de la planta). A los 150, 210 y 270 días después de la siembra (dds) se midieron las variables de crecimiento área foliar (AF), longitud del tallo (LT), longitud de la raíz (LR), volumen de la raíz (VR), peso seco de la planta (PSPL) y contenido de N de la planta (CONTNPL) y además el contenido de clorofila (CLOR) y proteína (PROT) en tejido foliar como variables asociadas a la productividad primaria. La EABN se estableció como la relación CONTNPL / N disponible (N natural del suelo o N natural del suelo más N exógeno), la EUTN como la relación PSPL/CONTNPL y la EUN como el producto EABN x EUTN. Los resultados muestran que la EABN, la EUTN y la EUN fueron significativamente mayores ($p < 0.01$) bajo las condiciones del tratamiento de disponibilidad natural de N del suelo. A diferencia de la EABN y la EUN, la EUTN presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) particularmente entre las progenies CX2178 y CU1997 y BH1247 y CU1997 a los 150 dds bajo el tratamiento CN (8.7% y 7% mayor en las progenies CX2178 y BH1247 respectivamente) y entre las progenies CX2178 y BH1247 a los 210 dds bajo el tratamiento SN (11.2% mayor en la progenie CX2178). La correlación entre la EABN, la EUTN y la EUN y las variables evaluadas dependió de la disponibilidad de N en el suelo. Mientras que las correlaciones bajo el tratamiento SN fueron positivas, las respectivas bajo el tratamiento CN fueron negativas. Los mayores niveles de correlación significativa ($p < 0.05$) de la EABN, la EUTN y la EUN bajo el tratamiento SN se presentaron con el AF

RAMOS G., P.J. Diseño construcción y evaluación de un sistema de identificación de estados de maduración de frutos de café a altas velocidades. Pereira: Universidad tecnológica de pereira. Facultad de ingeniería eléctrica, 2008. 159 p. 2 Refs. (Tesis: Maestra en ingeniería eléctrica) (Tesis dirigida por Juan Rodrigo Sanz Uribe)

Resumen: El mercado de productos de consumo humano esta marcado en gran proporción por el factor: calidad, y el café no es la excepción a esta tendencia, por esto el mercado de los reconocidos cafés especiales ha aumentado en gran medida en los últimos 5 años. La alta calidad de este producto se debe a muchos factores que entran en el proceso de la creación de la bebida de café, entre ellos están el cuidado del cultivo, la variedad sembrada, el microclima, la recolección, el beneficio, el secado, entre otros. En Cenicafé - Centro Nacional de Investigaciones en Café se han desarrollado numerosas investigaciones encaminadas a crear tecnologías apropiadas, competitivas y sostenibles, para el bienestar de los caficultores colombianos. Dentro de estas investigaciones se ha generado métodos, variedades y tecnologías para aumentar la productividad y mejorar la calidad del café colombiano. Esta investigación desarrolla una tecnología capaz de identificar estados de madurez de los frutos de café dentro del proceso en línea al que se debe exponer la materia prima para finalmente producir la bebida. Se desarrolló un prototipo denominado AICAF (Analizador Identificador de frutos de CAFé), capaz de imprimirle diferentes velocidades a un fruto de café, adquirir la información de color sobre cada fruto, analizar esta información y determinar, por medio de un algoritmo de clasificación diseñado, el estado de madurez al que pertenece cada fruto. Para lograr lo anterior se desarrolló un método de calibración para interpretar eficazmente la información arrojada por el sensor de color, luego se realizó la caracterización de las componentes de color de los cuatro estados de madurez sobre frutos de café en diferentes condiciones de luminosidad, ajuste al foco y humedad, la información fue obtenida en dos espacios de color RGB y HSV. Por medio de un análisis estadístico sobre la información obtenida de los estados de madurez, se definió que la relación de componentes de color HS brinda mayor y más robusta diferenciación entre estados de madurez de frutos de café en diferentes condiciones, y se desarrolló un método, llamado método de optimización de

la eficacia global, con el cual se determinaron los criterios para definir un estado de madurez dentro de una clase de identificación. Finalmente el método diseñado fue implementado en el sistema embebido y evaluado en tiempo real, con flujo de frutos a diferentes velocidades. En la evaluación del prototipo AICAF se observaron eficacias de identificación de frutos en los estados antes mencionados de hasta el 100% sin ser afectadas por la velocidad de los

frutos. Los verdaderos positivos mostrados por el dispositivo fueron de 58,95% para inmaduros, 95,57% para pintones, 97,8% para maduros y 99,66% para sobremaduros; en vista del porcentaje bajo de los verdaderos positivos para los frutos inmaduros se realizó un bucle de rediseño y se recalculó la clase de inmaduros, con lo que se mejoró el porcentaje de verdaderos positivos de este estado a un 97,33%. La repetibilidad de la evaluación superior al 90%.

Recursos Humanos y Financieros



Investigadores Asociados - Septiembre de 2009

Nombre	Profesión	Nivel Académico
Villarreal Peña Diana	Licenciado en Biología y Química	Doctorado en Parasitología
Padilla Hurtado Beatriz Elena	Bacteriólogo y Laboratorista Clínico	Especialización en Biología Molecular y Biotecnología
Villalba Guott Diógenes Alberto	Ingeniero Agrónomo	Especialización en Fitopatología
Camayo Vélez Gloria Cecilia	Licenciado en Biología y Química	Especialización en Microscopia Óptica y Electrónica
Ordoñez Marín Sonia Patricia	Químico	Maestría
Escobar López Luz María	Biólogo	Maestría en Biología
Guzmán Maldonado Adriana	Biólogo	Maestría en Biología
Rubio Gómez José David	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Ciencias con énfasis en Entomología
Romero Guerrero Gladys	Biólogo	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Genética y Fitomejoramiento
Rincón Eliana Andrea	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Mejoramiento Genético
Rojas Acosta Catalina	Microbiólogo	Maestría en Ciencias Biológicas
De La Torre Cepeda Gloria Esther	Licenciado en Biología	Maestría en Ciencias Biomoleculares
Guzmán Díaz Félix Alberto	Biólogo	Maestría en Ciencias y Biología
Rozo Peña Yomara Ivonne	Biólogo	Maestría en Ciencias y Biología
Chica Ramírez Héctor Alberto	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Enseñanza de la Matemática
Valdés Gutiérrez Sandra Patricia	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Fitopatología
Ramos Giraldo Paula Jimena	Ingeniero Electrónico	Maestría en Ingeniería Electrónica
López Solano Juan Carlos	Licenciado en Biología y Química	Maestría en Química Analítica y Maestría en Ingeniería y Medio Ambiente
Acevedo Bedoya Flor Edith	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Acosta Noreña Francy Marcela	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Aguilera Gálvez Carolina	Química Farmacéutica	Pregrado
Alzate Henao Diego Fernando	Profesional en Mercadeo	Pregrado
Arias Hernández Jhon Jaime	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Bastos Aristizábal Sara Liliana	Ingeniera Biológica	Pregrado

Bolívar Forero Claudia Patricia	Química Industrial	Pregrado
Botero Delgadillo Esteban	Biólogo	Pregrado
Buenaventura Aranzazu Juan Daniel	Diseñador Industrial	Pregrado
Calixto Botía Iván Fernando	Biólogo	Pregrado
Campillo Pedroza Natalia	Biólogo	Pregrado
Cano Montes Manuel Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Cárdenas Díaz Fabian Leonardo	Biólogo	Pregrado
Carmona González Claudia Yoana	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Carreño Pérez Ángela Judith	Biólogo	Pregrado
Castaño Marín Ángela María	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Castillo Romero Oscar Gonzalo	Ingeniero Catastral y Geodesta	Pregrado
Castillo Rincón Jaime Alexander	Biólogo	Pregrado
Castro Triana Ana María	Microbiólogo	Pregrado
Chica Morales María José	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
Daza Sánchez Olga Lucía	Ingeniero de Sistemas	Pregrado
Duarte Cano Andrés Felipe	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Escobar Vélez Julián Hernando	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Escobar Ochoa Carolina	Microbiólogo	Pregrado
Espinosa Aldana Rocío	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
Flórez Varón Juan Carlos	Biólogo vegetal	Pregrado
Franco Jiménez Mario Antonio	Ingeniero Industrial	Pregrado
Fuel Tobar Sonia Maribel	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Galeano Vanegas Narmer Fernando	Microbiólogo	Pregrado
Galindo Leva Luz Ángela	Biólogo	Pregrado
Gallego Agudelo Claudia Patricia	Bacteriólogo	Pregrado
García Bastidas Fernando Alexander	Ingeniero Agrónomo	Pregrado

Nombre	Profesión	Nivel Académico
Giraldo Restrepo William Gustavo	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Giraldo Garzón Diana Patricia	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Gómez Giraldo Viviana	Ecóloga	Pregrado
Gómez Gutiérrez Diana Constanza	Biólogo	Pregrado
Gómez Arrieta Jenny Dimelza	Microbiólogo	Pregrado
González Martínez Laura Fernanda	Biólogo	Pregrado
González Rodríguez Alexandra Milena	Biólogo	Pregrado
González Serna Luz Ángela	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Hernández Hernández Eric Marcelo	Zootecnista	Pregrado
Jiménez Barreto Jenny Paola	Biólogo	Pregrado
Lobo Echeverri Juan Manuel	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
López López Andrés Mauricio	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
Macea Choperena Eliana Del Pilar	Biología con énfasis en Genética	Pregrado
Mantilla Afanador Javier Guillermo	Biólogo	Pregrado
Martínez Díaz Claudia Patricia	Bacteriólogo	Pregrado
Medina Olaya Jefersson	Biólogo	Pregrado
Moncayo Martínez Liliana	Químico	Pregrado
Montoya Cartagena Juan Carlos	Biólogo	Pregrado
Navarro Escalante Lucio	Biólogo	Pregrado
Núñez Potes Jonathan	Biólogo	Pregrado
Obando Bonilla Diego	Ingeniero Forestal	Pregrado
Pabón Usaquen Jenny Paola	Ingeniero Agrícola	Pregrado
Pérez Henao Carolina	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
Pérez Vanegas Luis Gabriel	Biólogo	Pregrado

Pineda Sandoval Rocío Del Pilar	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Quiñonez Ortiz William Henry	Ingeniero Agrícola	Pregrado
Ramírez Sanjuán Andrés Ricardo	Biólogo	Pregrado
Rivera Serna Luis Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Rodríguez Lara María Del Rosario	Diseñadora Visual	Pregrado
Rodríguez Rodríguez Isabel Cristina	Biología con énfasis en Genética	Pregrado
Rojas Sanchez Angela María	Microbiólogo	Pregrado
Romero Juan Vicente	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Salcedo Ramírez Edgar Fernando	Biólogo	Pregrado
Sandoval Medina Tito Alejandro	Químico	Pregrado
Tabares Arboleda Claudia	Ingeniera Química	Pregrado
Tovar Luque Eduardo	Biólogo	Pregrado
Trejos Pinzón Jhon Félix	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Vásquez Ramírez Luisa Mayens	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Vargas Ramos Luz Andrea	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Villegas Hincapié Andrés Mauricio	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Zapata Restrepo Lina María	Biólogo	Pregrado
Ramírez Cardona Carlos Augusto	Técnico Profesional en Técnicas Forestales	Técnico
Sánchez Ocampo Freddy Alberto	Técnico Profesional en Técnicas Forestales	Técnico
Echeverri Giraldo Luz Fanny	Tecnólogo Químico	Tecnológico
Martínez Bustamante Enrique	Doctorado en Vegetales	Desarrollo de Año Sabático
Bustamante Giraldo Liliana Jimena	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Maestría
Flórez Varón Juan Carlos	Biología Vegetal	Desarrollo de Tesis de Maestría
Martínez Córdoba Harold Enrique	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Maestría
Montilla Pérez Jimena	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Maestría

Estudiantes vinculados a Cenicafé - Septiembre de 2009

Nombre	Código Investigación	Título Investigación	Universidad	Profesión	Tipo de Contrato
Hoyos Montoya Liliana	BDC0306	Cafetales con sombrío como hábitat o corredores para monos nocturnos andinos (<i>Aotus lemorinus</i>)	De Caldas	Médico Veterinario Zootecnista	Desarrollo de Pasantía de Pregrado
López Valencia Liliana	ING0833	Determinación del contenido de humedad del café en tiempo real durante el secado en silos	Nacional Sede Medellín	Ingeniero Agrícola	Desarrollo de Pasantía de Pregrado
Padilla Agamez Darcy Leonor	FIS1510	Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies forestales en el trópico - CREFT	De Córdoba - Montería	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Pasantía de Pregrado
Zea Valderrama Sandra Cristina	FIS1510	Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies forestales en el trópico - CREFT	Nacional Sede Medellín	Ingeniero Forestal	Desarrollo de Pasantía de Pregrado
Cifuentes Carvajal Adriana	ETI0127	Biología, hábitos y alternativas de control de <i>Corthylus</i> n.sp en plantaciones de aliso (<i>Alnus acuminata</i> spp. Acuminata)	De Caldas	Biólogo	Desarrollo de Tesis de Pregrado
González Jaramillo Juan Pablo	ETI0125	Selección de árboles plus y evaluación genética de las mejores 20 progenies de las especies <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken y <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) D.C	De Nariño - Pasto	Ingeniero Agroforestal	Desarrollo de Tesis de Pregrado
Herrera Duarte Carlos Andrés	FIS1510	Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies forestales en el trópico - CREFT	Nacional Sede Palmira	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Pregrado
Jaramillo González Jorge Luis	ENT1508	Biología y comportamiento de <i>Corthylus</i> n sp.	De Caldas	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Pregrado
Quintero Morales Elkin Darío	ING0145	Equipo portátil para la cosecha de café con la aplicación de impacto a los frutos y/o vibración de las ramas	U. Nal Sede Medellín	Ingeniero Agrícola	Desarrollo de Tesis de Pregrado
Saldaña Villota Tatiana María	FIS1510	Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies forestales en el trópico - CREFT	De Nariño - Pasto	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Pregrado
Vera Ardila Jenny Tatiana	ENT1824	Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo	Nacional Sede Bogotá	Ingeniero Agrónomo	Desarrollo de Tesis de Pregrado

Personal de Nómina y Otros Tipos de vinculación Septiembre de 2009

Nivel Académico	No. de Personas nómina	No. de Personas Otros Tipos de vinculación	Total
Doctorado	15	2	17
Maestría	22	15	37
Especialización	8	3	11
Pregrado	46	86	132
Tecnólogos	16	8	24
Total	107	114	221

Convenios de Investigación con Entidades Nacionales (1)

Entidad	Convenios	Experimentos	Miles \$ (2)	%
BASF Química de Colombia	1	1	76.510	8,3
Casa Luker S.A.	1	1	159.991	17,3
Fiduagraria	1	1	379.894	41,2
Colciencias	5	7	292.398	31,7
Orius Biotecnología	1	1	13.598	1,5
Total	9	11	922.391	100

⁽¹⁾No incluye proyecto "Genoma", el cual es administrado por la Gerencia Técnica

Convenios de Investigación con Entidades Internacionales

Entidad	Convenios	Experimentos	Miles \$ (2)	%
Bayer CropScience S.A	1	1	35.260	2,8
CIAT	4	7	475.283	38,1
Defra Darwin	1	1	34.441	2,8
IICA (Convenio IICA-MADR)	2	2	258.295	20,7
Kali Und Salz GmbH - Monómeros	1	1	27.256	2,2
Rainforest Alliance	1	4	124.635	10,0
Sulphate of Potash Information Board – SOPIB	1	1	63.931	5,1
Syngenta	1	4	126.568	10,2
The Natural Conservancy TNC	2	1	100.729	8,1
Total	14	22	1.246.397	100

(2) Se refiere al presupuesto aprobado, que incluye tanto los recursos recibidos en el período como el saldo del año 2008

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
GERENCIA TÉCNICA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

DIRECCIÓN (E)

Jaime Arcila Pulgarín, Ph.D.

PROGRAMA DE APOYOS BÁSICOS

Jaime Arcila Pulgarín, Ph.D. Coordinador (E)

Agroclimatología

Orlando Guzmán M., Ing. Agrónomo M.Sc.

José Vicente Baldión R., Ing. Agrónomo

Álvaro Jaramillo R., Ing. Agrónomo M.Sc.

Biometría

Esther Cecilia Montoya R., Estadístico M.Sc.

Rubén Darío Medina Rivera, Estadístico M.Sc.

Control Interno

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público

Documentación

Alma Patricia Henao Toro, Bibliotecóloga

Yudi Andrea Montes Betancur, Lic. En Lenguas Modernas

Sistemas

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico

Carlos Hernán Gallego Z., Ing. de Sistemas., Especialista, M.Sc.**

Carlos Ricardo Calle A., Ingeniero de Sistemas, Especialista

Luz Ángela Fernández R., Lic. En Pedagogía

Biología de la Conservación

Jorge Eduardo Botero E., Biólogo Ph.D.

Gloria María Lentijo Jiménez, Bióloga, M.Sc.*

Economía

César Alberto Serna G., Contador, M.Sc.

Divulgación y Transferencia

Sandra Milena Marín López, Ing. Agrónomo

Carmenza Bacca Ramírez, Diseñadora Visual

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.; Coordinador

Entomología

Pablo Benavides M., Ing. Agrónomo Ph.D.

Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga Ph.D.

Juan Carlos López N., Microbiólogo

Zulma Nancy Gil P., Ing. Agrónomo*

Mónica Pava R., Bacterióloga y Laboratorista Clínico*

Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M.Sc.

Luis Miguel Constantino C., Biólogo M.Sc.

Marisol Giraldo Jaramillo Ing. Agrónomo M.Sc.

Sandra Milena Idárraga Ortiz, Ing. Agrónomo M.Sc.*

Fisiología Vegetal

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph.D.

Luis Fernando Gómez G. Ing. Agrónomo Ph.D.

Juan Carlos López R. Ing. Agrónomo M.Sc.

Aristóteles Ortiz, Químico

Claudia Patricia Florez Ramos, Ing. Agrónomo. Ph.D

Fitopatología

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.

Carlos Ariel Ángel C., Ing. Agrónomo Ph. D*

Bertha Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M.Sc. Ph. D**

Carlos Alberto Rivillas O., Ing. Agrónomo M.Sc.

Marco Aurelio Cristancho A., Microbiólogo Ph.D.

Claudia Patricia Sanabria G., Licenciada en Biología M.Sc. Ph. D *

Mejoramiento Genético

Gabriel Alvarado A., Ing. Agrónomo M.Sc.

José Ricardo Acuña Z., Biólogo Ph.D.

Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M.Sc.

Juan Carlos Herrera P., Biólogo Ph.D.

María del Pilar Moncada B., Ing. Agrónomo Ph. D.

Huver Elías Posada S., Ing. Agrónomo Ph.D.

Carlos Ernesto Maldonado L., Ing. Agrónomo M.Sc. .Ph.D*

Diana María Molina V., Bacterióloga Ph.D.**

PROGRAMA DE AGRONOMÍA

Jaime Arcila Pulgarín, Ph.D. Coordinador (E)

Fitotecnia

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.

Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.

Fernando Farfán V., Ing Agrónomo M.Sc.**

Suelos

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc. Ph.D*

Hernán González Osorio., Ing. Agrónomo, M.Sc

Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo, Especialista

Edgar Hincapié G., Ing. Agrónomo Ph.D.

Alveiro Salamanca J., Ing. Agrónomo Ph.D.**

Beatriz Mejía M., Tec, Químico, Especialista

PROGRAMA DE EXPERIMENTACIÓN

Juan Carlos García López, Ing. Agrónomo Coordinador (E)

Estación Central Naranjal

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo
Guiovanny Cuesta Giraldo, Ing. Agrónomo
José Raúl Rendón Saenz, Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Tambo

Hernán Darío Menza Franco, Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario

Jhon Wilson Mejía M., Ing. Agrónomo M.Sc.

Subestación Experimental La Catalina

Carlos Gonzalo Mejía M., Adm. Empresas Agropecuarias

Subestación Experimental Líbano

Jorge Camilo Torres N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguaicito

Diego Fabián Montoya, Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

José Enrique Baute B., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santander

Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.
César Augusto Ramírez G., Arquitecto**
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico Ph.D.
Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos, Especialista

Calidad y Manejo Ambiental

Gloria Inés Puerta Q., Ing. Química, Ing. Alimentos M.Sc.
Diego Antonio Zambrano F., Ing. Químico
Nelson Rodríguez V., Ing. Químico Ph.D.

PROGRAMA ETIA

Jaime Arcila Pulgarín, Ph.D. Coordinador (E)

Gloria Esperanza Aristizábal V., Bióloga M.Sc.
María Cristina Chaparro C., Tec. Alimentos, Química
Claudia Rocío Gómez P., Tec. Química Ind.

Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos, Especialista, M.Sc.**
Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal M.Sc.**

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luz Miryam Corredor R., Administrador Empresas, Especialista

Contabilidad

Martha Elena Vélez H., Contador Público, Especialista
Jesus Danilo Gonzalez O., Contador

Presupuesto

Jesús Alberto Cardona L. Ing. Industrial M.Sc.
Diana Lorena Sánchez Ramírez, Ing. Industrial

Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Suministros y Bienes

Carlos Arturo González V., Ing. Industrial M.Sc.
Mauricio Loaiza M., Ing. Industrial
Angela Jaramillo G., Profesional en Comercio Internacional
Paula Andrea Salgado Vallego. Tec. Adm. Negocios

Tesorería

Janeth Alexandra Zuluaga M., Economista Empresarial**

Personal

Luz Yaneth Guarín Corrales. Tec. Adm. Negocios
Germán Uriel Granada. Administrador Empresas
Damaris Marquez Gómez. Administrador Financiero

Archivo y Comunicaciones

Luz Stella Duque Cardona. Tec. Adm. Negocios

* Comisión de estudios en el exterior

** Adelantando estudios en el país



Cenicafé

Al Servicio de los caficultores colombianos desde 1938