



# Resumen del Informe Anual de Actividades **Cenicafé** **2008**





## **COMITÉ NACIONAL**

Período 1° 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**

GABRIEL SILVA LUJÁN

### **Gerente Administrativo**

LUIS GENARO MUÑOZ ORTEGA

### **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**  
GABRIEL CADENA GÓMEZ

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 2008 ©.

## **PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ**

### **Editor:**

Sandra Milena Marín López - Ing. Agr.

### **Diagramación y Diseño:**

Carmenza Bacca Ramírez

María del Rosario Rodríguez Lara

### **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

## RESUMEN EJECUTIVO

## PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA

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

## VIABILIDAD ECONÓMICA

- Avances en cosecha
- Avances en beneficio
- Avances en secado
- Costos de producción

## CALIDAD Y CAFÉS ESPECIALES

- Calidad del café

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS

- Especies forestales

## SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

- Captura de carbono
- Conservación de suelos
- Manejo integrado de arvenses

Controladores biológicos  
Entomofauna de la zona cafetera  
Manejo integrado de plagas  
Entomonematodos  
Bioindicadores  
Biología de la conservación  
Sistema integrado de gestión  
Tratamiento de residuos líquidos y sólidos de los procesos del café

#### CONOCIMIENTO ESTRATÉGICO

Genómica del café  
Búsqueda de resistencia a la broca  
Genética de las enfermedades del cafeto  
Fisiología del cafeto  
Tecnologías complementarias para la cosecha y beneficio del café

#### DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Documentación  
Sistemas  
iii. Divulgación y transferencia  
Productos de investigación  
iv. Cuadro de mando integral

#### RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS

# Informe Anual

# 2008

## Presentación oral

---

### OBJETIVOS

#### Particulares

Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 2007 y Septiembre de 2008.

Informar en cuáles proyectos o experimentos se participó como líder o responsable, y como colaborador o asesor.

Destacar principalmente los resultados obtenidos y discutir su importancia en relación con los objetivos de los proyectos.

Hacer conocer de los asistentes, qué otras actividades relevantes se realizaron relacionadas con transferencia, capacitación o planeación de investigaciones.

#### Generales

Para que sirva de instrumento de evaluación a la Federación y en particular para Cenicafé, de las actividades de investigación y experimentación.

Evaluar la productividad de Cenicafé durante el período del informe.

Compartir la información sobre los avances de las investigaciones con las directivas de la Federación y, muy especialmente, con los Comités Departamentales de Cafeteros.

# PROGRAMA INFORME ANUAL ORAL 2007- 2008

Noviembre 4 - 7 de 2008

**MARTES 4 DE NOVIEMBRE AM**  
**MODERADOR: Gloria Inés Puerta Q.**

INSTALACIÓN Gabriel Cadena G. Director-Cenicafé 8:00 AM

## PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA

### I. AGROCLIMATOLOGÍA

1	Red meteorológica FNC y Ecotopos cafeteros.	<b>Orlando Guzmán M.</b> Agroclimatología	8:15 AM
2	Clima y disponibilidad de agua en los ecotopos cafeteros 403 y 209A.	<b>José Vicente Baldión R.</b> Agroclimatología	8:30 AM
3	Tendencias climáticas anuales en la zona cafetera. Hidrología en diferentes coberturas vegetales.	<b>Alvaro Jaramillo R.</b> Agroclimatología	8:45 AM
4	Evaluación y aplicación de un método para la estimación de datos faltantes de lluvia.	<b>Rubén Darío Medina R.</b> Biometría	9:00 AM

### II. MANEJO DE CAFETALES

5	Determinación del porcentaje de pérdida de sitios en cafetales renovados por zoqueo que no afecte la producción de café	<b>Argemiro Miguel Moreno B.</b> Fitotecnia	9:15 AM
6	Producción de cafés orgánicos, bajo sombrío y a libre exposición solar.	<b>Fernando Farfán V.</b> Fitotecnia	9:30 AM
7	Investigaciones sobre el disturbio de la raíz bifurcada. Proyecto producción de semillas de café.	<b>Jaime Arcila P.</b> Fitotecnia	9:45 AM

RECESO 10: 00 AM

### III.SUELOS Y NUTRICIÓN DEL CAFETO

8	Caracterización de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de Caldas.	<b>Hernán González O.</b> Suelos	10:30 AM
9	Impacto de la erosión hídrica y de los movimientos en masa en suelos de la zona cafetera.	<b>Édgar Hincapié G.</b> Suelos	10:45 AM
10	Avances en fertilización foliar y utilización del sistema DRIS en café.	<b>Alveiro Salamanca J.</b> Suelos	11:00 AM
11	Avances en el manejo de arvenses y la fertilización de cafetales después de la zoca.	<b>Luis Fernando Salazar G.</b> Suelos	11:15 AM
12	Nuevos criterios para el manejo de la fertilidad del suelo y nutrición de cafetales.	<b>Siavosh Sadeghian K.</b> Suelos	11:30 AM

**MARTES 4 DE NOVIEMBRE PM**  
**MODERADOR: Juan Mauricio Rojas A.**

**IV. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO**

13	Identificación de ESTs involucrados en la floración de <i>Coffea arabica</i> L.	<b>Oscar Camilo Bedoya R.</b> Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales	1:30 PM
14	Aislamiento y caracterización del gen CRYP2 de <i>Coffea arabica</i> L.	<b>Jonathan Nuñez Potes</b> Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales	1:45 PM
15	Expresión génica del ortólogo de CRYP2 en plántulas de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Caturra.	<b>Claudia Patricia Sanabria G</b> Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales	2:00 PM
16	Eficiencia en el uso del nitrógeno por el cafeto <i>Coffea arabica</i> L. cv. Castillo El Rosario.	<b>Juan Carlos López R.</b> Fisiología Vegetal	2:15 PM
17	Contribuciones a la modelación del clima y las plantas.	<b>Héctor Alberto Chica R.</b> Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales	2:30 PM
18	Modelación de la floración en el cafeto.	<b>Néstor Miguel Riaño H.</b> Fisiología Vegetal	2:45 PM
		RECESO	3:00 PM

**V. MEJORAMIENTO GENÉTICO**

19	Avances en la recombinación de materiales de <i>Coffea arabica</i> L. seleccionados por resistencia incompleta a <i>Hemileia vastatrix</i> .	<b>Gabriel Alvarado A.</b> Mej. Genético.	3:30 PM
20	Avances en el uso de la genómica para el desarrollo de variedades con resistencia durable contra la roya del cafeto.	<b>Gladys Romero</b> Mej. Genético. Serv. Profesionales	3:45 PM
21	Conservación de germoplasma y mejoramiento por hibridación interespecífica.	<b>Hernando Alfonso Cortina G.</b> Mej. Genético	4:00 PM
22	Avances en la evaluación de germoplasma y poblaciones F1 por resistencia a la broca del café.	<b>Juan Vicente Romero</b> Mej. Genético. Serv. Profesionales	4:15 PM
23	Análisis estructural del endospermo en genotipos con posible resistencia a la broca del café.	<b>Juan Carlos Herrera P.</b> Mej. Genético	4:30 PM
24	Avances en el desarrollo de variedades de café con resistencia a la broca por métodos biotecnológicos.	<b>José Ricardo Acuña Z.</b> Mej. Genético	4:45 PM
25	Purificación y caracterización de un inhibidor de las aspártico proteinasas la broca del café ( <i>Hypothenemus hampei</i> ).	<b>Diana María Molina V.</b> Mej. Genético	5:00 PM

**MIÉRCOLES 5 DE NOVIEMBRE AM**  
**MODERADOR: Siavosh Sadeghian Kh.**

**VI. GERMOPLASMA Y CALIDAD DEL CAFÉ**

26	Exploración del germoplasma de la CCC ( <i>Coffea arabica</i> ) por atributos de calidad.	<b>Huver Elias Posada S.</b> Mej. Genético	8:00 AM
27	Avances en el estudio de los lípidos del café en relación con la calidad.	<b>Diana Villarreal</b> Mej. Genético. Serv. Profesionales	8:15 AM
28	Estudio de compuestos químicos asociados a la calidad de café usando NIR's.	<b>Carolina Pérez H.</b> Mej. Genético. Serv. Profesionales	8:30 AM

## VII. ENTOMOFAUNA DE LA ZONA CAFETERA

29	Sistematización de la colección de insectos del museo entomológico "Marcial Benavides Gómez" en la base de colecciones biológicas Specify.	<b>Luz Angela Galindo L.</b> Entomología. Serv. Profesionales.	8:45 AM
30	Avances en el conocimiento de la chinche de la chamusquina del café, <i>Monalonion velezangeli</i> , y descripción de otras plagas potenciales del cafeto.	<b>Marisol Giraldo J.</b> Entomología	9:00 AM
31	Aislamiento e identificación de un nuevo hongo entomopatógeno de <i>Monalonion velezangeli</i> y evaluación de otros agentes biológicos de control.	<b>Patricia Marín de G.</b> Entomología. Serv. Profesionales	9:15 AM
32	Identificación de cochinillas harinosas de las raíces del cafeto.	<b>Clemencia Villegas G.</b> Entomología	9:30 AM
33	Identificación de hormigas asociadas a las cochinillas harinosas de las raíces del cafeto.	<b>Gustavo Zabala E.</b> Entomología. Serv. Profesionales	9:45 AM
		RECESO	10:00 AM

## VIII. BROCA DEL CAFÉ

34	Respuesta genética de <i>Coffea arabica</i> y <i>C. liberica</i> al ataque de la broca.	<b>Carmenza Góngora B.</b> Entomología	10:30 AM
35	Diferencias genómicas de la broca y la falsa broca.	<b>Lucio Navarro</b> Entomología. Serv. Profesionales	10:45 AM
36	Respuesta de la planta de café frente a heridas vs. la broca del café.	<b>Sandra Idárraga</b> Entomología. Serv. Profesionales	11:00 AM
37	Comportamiento de los parámetros asociados a la infestación por broca, según la edad del cultivo y la distancia de siembra.	<b>Esther Cecilia Montoya R.</b> Biometría	11:15 AM
38	Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca y evaluación de mezclas de introducciones de café con efecto de antibiosis hacia la broca.	<b>Luis Miguel Constantino Ch.</b> Entomología	11:30 AM
39	Evaluación de la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados.	<b>Pablo Benavides M.</b> Entomología	11:45 AM

## MIÉRCOLES 5 DE NOVIEMBRE PM MODERADOR: Juan Carlos Herrera P.

## IX. CONTROLADORES BIOLÓGICOS Y BIOINDICADORES

40	Avances en la sistemática de Ephemeroptera: insectos acuáticos bioindicadores.	<b>Lucimar Gomes Dias</b> Entomología. U. Federal de Vicosa	1:30 PM
41	Evaluación preliminar de concentraciones de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café.	<b>Juan Carlos López N.</b> Entomología	1:45 PM
42	Biología del parasitoide de la broca <i>Prorops nasuta</i> en condiciones de campo y su tolerancia a insecticidas.	<b>Paulo Armando Rivera E.</b> Entomología. U. de Nariño	2:00 PM
43	Evaluación de formulaciones comerciales del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café en condiciones de campo.	<b>Diógenes Villalba G.</b> Entomología. Serv. Profesionales	2:15 PM

## IX. MANEJO DE ENFERMEDADES

44	Avances en el estudio de la diversidad de razas de la roya del café. Nuevas epidemias de roya.	<b>Marco Aurelio Cristancho A.</b> Fitopatología.	2:30 PM
45	Perfiles de transcripción en interacciones compatibles e incompatibles hospedero-roya del cafeto.	<b>Alvaro León Gaitán B.</b> Fitopatología.	2:45 PM

46	Caracterización estructural y funcional de genes candidatos de defensa a la roya en <i>Coffea arabica</i> L.	<b>Leonardo Cárdenas Díaz</b> Fitopatología. Serv. Profesionales	3:00 PM
		RECESO	3:15 PM
47	Modelación de proteínas para la caracterización estructural de genes de interés.	<b>Narmer Fernando Galeano V.</b> Fitopatología. Serv. Profesionales	3:45 PM
48	Aplicación de la caracterización de familias de genes en el análisis del genoma del Café.	<b>Edgar Salcedo</b> Fitopatología. U. Industrial de Santander	4:00 PM
49	Diversidad de las especies de <i>Phoma</i> spp. asociadas a cafetales de altura	<b>Sandra Valdés G.</b> Fitopatología. U. de Caldas	4:15 PM
50	Nuevas alternativas de control de la llaga macana del café.	<b>Bertha Lucía Castro C.</b> Fitopatología.	4:30 PM
51	Nuevos insumos para el manejo de enfermedades y vigor en almácigos de café.	<b>Carlos A. Rivillas O.</b> Fitopatología.	4:45 PM
52	Avances en el manejo de enfermedades con los fungicidas Amistar XTRA y Verdadero.	<b>Andrés Felipe Duarte C.</b> Fitopatología. Syngenta	5:00 PM
53	Fertilización química y biológica en el cultivo de café. Evolución y perspectivas.	<b>Angela María Castro T.</b> Fitopatología- Orius Biotecnología	5:15 PM

**JUEVES 6 DE NOVIEMBRE AM  
MODERADOR: Argemiro Moreno B.**

**VIABILIDAD ECONÓMICA**

**X. AVANCES EN BENEFICIO**

54	Avances en el desarrollo de una separadora de frutos por color: detección de estados de madurez por visión artificial.	<b>Paula J. Ramos G.</b> Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	8:00 AM
55	Avances en el desarrollo de una separadora de frutos por color: acondicionamiento y dosificación.	<b>Jenny Pabón U.</b> Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	8:15 AM
56	Avances en el desarrollo de una separadora de frutos por color: separación por estados de madurez.	<b>Leonardo Manrique N..</b> Ing. Agrícola. U. Nal Manizales	8:30 AM
57	Avances en fermentación del mucílago del café. Validación del método Gravimet en IPA.	<b>Aída Esther Peñuela M.</b> Ing. Agrícola.	8:45 AM
58	Control de flujo de agua en BECOLSUB - Cosecha con la herramienta ALFA.	<b>Juan Rodrigo Sanz U.</b> Ing. Agrícola.	9:00 AM
59	Control automático del flujo de aire y la temperatura en secado mecánico del café.	<b>Christian González S.</b> Ing. Agrícola. U. del Valle	9:15 AM
60	Metodología para la construcción de ventiladores para secado mecánico del café en talleres rurales.	<b>Jhony Gutiérrez F.</b> Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	9:30 AM
61	Método para medir la humedad del café en secado solar – Gravimet.	<b>Juliette Jurado Ch.</b> Ing. Agrícola. U. Nariño	9:45 AM
		RECESO	10:00 AM

**XI. AVANCES EN COSECHA ASISTIDA**

62	Tecnología para el manejo de lixiviados - Cosecha con la herramienta DESCAFE.	<b>Cesar A. Ramírez G.</b> Ing. Agrícola.	10:30 AM
63	Tecnología para el control de verticalidad en una cosechadora de café.	<b>Andrés F. Serna M</b> Ing. Agrícola. U. Nal. Manizales	10:45 AM
64	Avances en cosecha con herramientas portátiles-IPA.	<b>Edilson León Moreno C.</b> Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	11:00 AM

65	Mejoramiento tecnológico del dispositivo Aroandes.	<b>Luisa M. Cerquera B.</b> Ing. Agrícola - U.Surcolombiana, Neiva	11:15 AM
66	Avances en clasificación del café en cereza y en secado solar.	<b>Carlos Eugenio Oliveros T.</b> Ing. Agrícola.	11:30 AM

**JUEVES 6 DE NOVIEMBRE PM**  
**MODERADOR: Alvaro L. Gaitán B.**

**CALIDAD Y CAFES ESPECIALES**

**XII. CALIDAD Y MANEJO AMBIENTAL**

67	Calidad química de las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas.	<b>Gloria Inés Puerta Q.</b> Calidad y Manejo Ambiental	1:30 PM
68	Contenido de nitrógeno en los granos de café almendra.	<b>Liliana Moncayo Martínez</b> Calidad y Manejo Ambiental. Serv. Profesionales	1:45 PM

**SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

**XIII. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES**

69	Tratamiento de aguas de lavado y lixiviados: Investigación, Transferencia y reconocimientos.	<b>Diego Antonio Zambrano F.</b> Calidad y Manejo Ambiental	2:00 PM
----	--	--	---------

**XIV. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN**

70	El papel del Programa de Biología de la Conservación como interlocutor.	<b>Jorge Eduardo Botero E.</b> Biol. de la Cons.	2:15 PM
71	Patrones a largo plazo: 10 años investigando aves en las zonas cafeteras de Colombia.	<b>Lina María Sánchez C.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	2:30 PM
72	Resultados ornitológicos de los censos participativos de aves en zonas cafeteras.	<b>Andrés Mauricio López L.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	2:45 PM
73	Los organismos del suelo y la regeneración del bosque andino.	<b>Camila Pizano G.</b> Biol. de la Cons. U. Florida	3:00 PM
		RECESO	3:15 PM
74	Uso de cafetales con sombrío como hábitat y corredores de dispersión por monos nocturnos andinos.	<b>Adriana Guzmán.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	3:45 PM
75	Iniciativas de conservación surgidas a partir del enfoque participativo en la investigación.	<b>Rocío Espinosa</b> Biol. de la Cons. U. Tecnol. Pereira	4:00 PM
76	Liberación de fauna silvestre en la Reserva de Planalto.	<b>Néstor G. Franco</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	4:15 PM
77	Estructura y diversidad genética de los robledales de la zona cafetera del Huila	<b>Natalia Aguirre.</b> Biol. de la Cons. U. de Caldas	4:30 PM
78	Adelantos en un software educativo sobre la biodiversidad.	<b>Fabián Martínez</b> Biol. de la Cons. U. Autónoma	4:45 PM
79	Estudio del establecimiento e interferencia de coberturas vegetales en el cultivo del café.	<b>Juan Gabriel Arango R.</b> Suelos. U. de Caldas	5:00 PM

**VIERNES 7 DE NOVIEMBRE AM**  
**MODERADOR: Juan Carlos García L.**

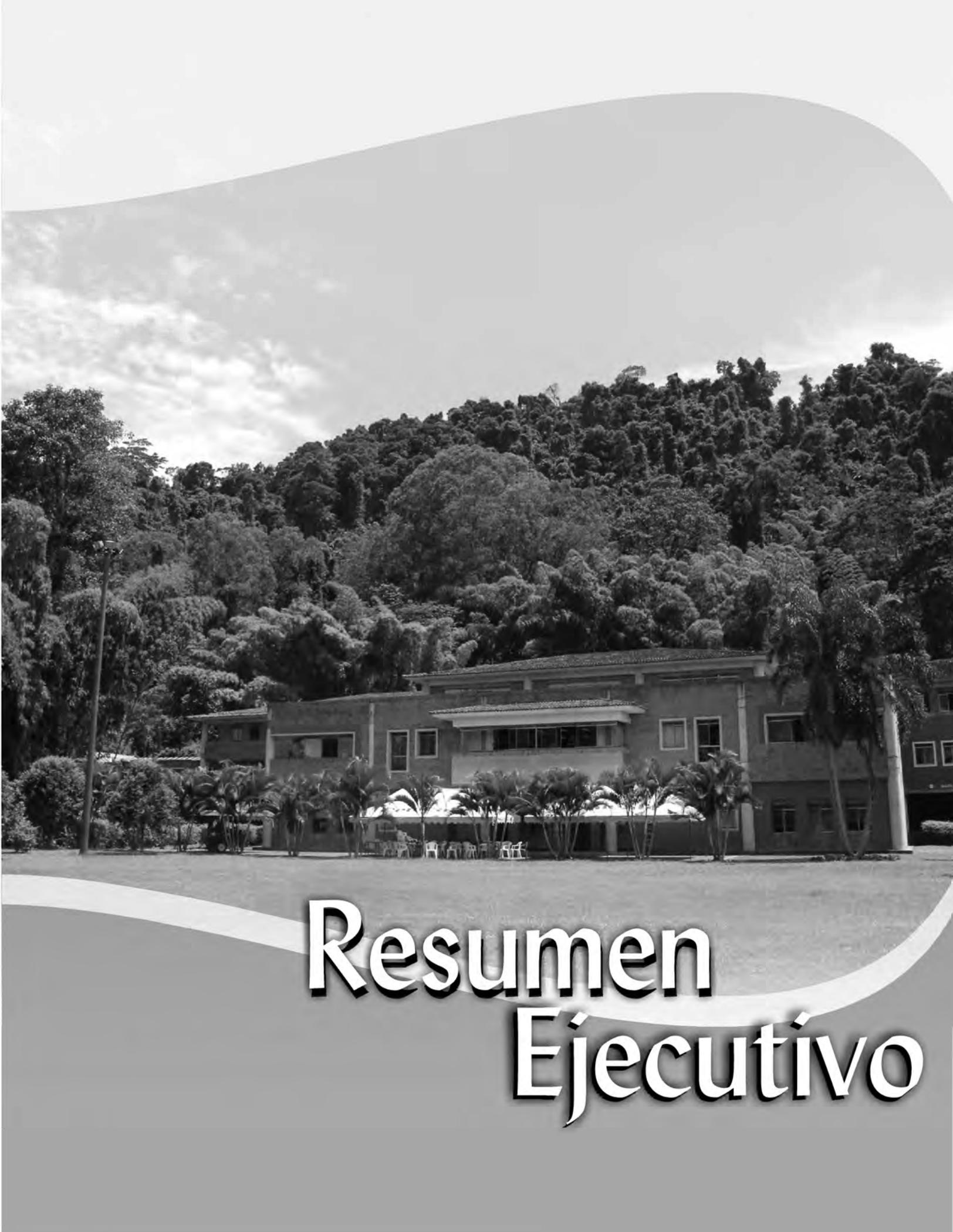
**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS**

**XV. ESPECIES FORESTALES NATIVAS**

80	Avances en los ensayos de procedencias y progenies, y de especies de mejor desarrollo en bancos de conservación.	<b>Carlos Mario Ospina P.</b> Programa ETIA	8:00 AM
----	--	--	---------

81	Problemas fitosanitarios de mayor incidencia y severidad en plantaciones forestales de especies nativas.	<b>Eliana Andrea Rincón</b> Programa ETIA. Convenio Cenicafé-IICA – MADR	8:15 AM
82	Incidencia de <i>Corthylus zulmae</i> Wood, nueva especie de insecto plaga del cultivo del aliso, en la reserva del río Blanco.	<b>Jorge Luis Jaramillo G.</b> Entomología. U. de Caldas	8:30 AM
<b>XVI. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>			
83	Avances en áreas complementarias a la gestión de la calidad en el sistema de producción de café.	<b>Juan Mauricio Rojas A.</b> Programa ETÍA	8:45 AM
84	Resultados de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad en la Estación Central Naranjal	<b>Gloria Esperanza Aristizábal V.</b> Programa ETIA.	9:00 AM
85	Resultados de la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la Estación Central Naranjal.	<b>Claudia Rocío Gómez P.</b> Programa ETIA.	9:15 AM
86	Resultados de la implementación del Sistema de Gestión en Responsabilidad Social en la Estación Central Naranjal.	<b>María Cristina Chaparro C.</b> Programa ETIA.	9:30 AM
<b>XVII. ECONOMÍA</b>			
87	Costos de producción de café orgánico.	<b>Cesar Serna G.</b> Economía	9:45 AM
		RECESO	10:00 AM
<b>DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA</b>			
<b>XVIII. EXPERIMENTACIÓN REGIONAL</b>			
88	Informe del Programa de Experimentación 2007-2008.	<b>Carlos Gonzalo Mejía.</b> Subestación Experimental La Catalina	10:30 AM
89	Avances de la investigación sobre maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la zona cafetera.	<b>Luis Narro</b> Líder CIMMYT Latinoamérica	10:45 AM
90	Avances de la investigación sobre maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la zona cafetera.	<b>José Ever Vargas S.</b> Fenalce	11:00 AM
<b>XIX. SISTEMAS</b>			
91	Informe anual de Sistemas 2008. Políticas de uso de la plataforma informática de Cenicafé.	<b>Luis Ignacio Estrada H.</b> Sistemas	11:15 AM
<b>XX. DOCUMENTACIÓN</b>			
92	Informe Centro de Documentación 2008.	<b>Nancy Cecilia Delgado R.</b> Documentación	11:30 PM
<b>XXI. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA</b>			
93	Actividades de Divulgación y Transferencia.	<b>Sandra Milena Marín L.</b> Divulgación y Transferencia	11:45 PM
<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA</b>			
<b>XXII. DIRECCIÓN DE GESTIÓN ORGANIZACIONAL</b>			
94	Gestión Administrativa y Financiera.	<b>Luz Miryam Corredor R.</b> Dirección de Gestión Organizacional	12:00 M
<b>XXIII. DIRECCIÓN</b>			
95	Informe de la Dirección 2007-2008.	<b>Gabriel Cadena G.</b> Director	12:30 PM





# Resumen Ejecutivo

En el desarrollo del nuevo Plan Estratégico de la Federación, Cenicafé participa fundamentalmente con la generación de conocimientos, tecnologías e innovaciones para contribuir a la competitividad, rentabilidad y sostenibilidad de la caficultura.

Los proyectos de investigación que se adelantaron durante este año permitieron entregar al Servicio de Extensión y por su intermedio, a los caficultores de todo el país, avances en las siguientes áreas estratégicas:

### Productividad Agronómica

Con base en los resultados de las investigaciones, se generaron nuevos criterios para la fertilización de cafetales, los cuales fueron entregados a los Extensionistas en la Tercera Cumbre de Extensión e Investigación. Con base en lo anterior se está desarrollando un software que sistematiza las respectivas recomendaciones.

En la nutrición de cafetales se iniciaron investigaciones sobre: fraccionamiento de la fertilización, efecto del suministro del zinc y fuentes y dosis de nitrógeno. Hasta la fecha no se ha encontrado respuesta de la fertilización foliar en la producción, ni sobre los factores de calidad del grano. Se continúan los trabajos de la fertilización antes y después de la zoca y la fertilización química y orgánica, cuyos resultados se obtendrán a partir del próximo año. Para condiciones de la meseta de Popayán, se demostró que la respuesta al nitrógeno depende de la fertilización potásica; en este mismo sentido, al emplear cloruro o sulfato, como fuentes de potasio, el efecto no se detectó en la primera cosecha en la Estación Central Naranjal. Para esta misma localidad, cuyo suelo es deficiente en magnesio, se encontró respuesta positiva a bajas dosis de este elemento, suministradas como óxido.

En relación con la determinación de pérdida de sitios en cafetales renovados por zoca y su relación con la producción, los resultados en la Subestación La Catalina indican que el máximo porcentaje de sitios perdidos que se puede tolerar sin hacer reposición de plantas es del 10%. Por encima de este porcentaje se deberá hacer la reposición de las plantas en los sitios perdidos, para que no se afecte la producción de café. Además, se concluye que la edad del café (entre 0 y 24 meses a partir del zoqueo) no influye en el porcentaje de sitios perdidos a reponer.

Con la siembra de poblaciones F1 y con el cultivo de tejido de los genotipos, se inició el proyecto para el desarrollo de una variedad con resistencia a la broca. Se realizaron los primeros análisis histológicos sobre la estructura del endospermo de granos de diferentes introducciones de café, con aparente tolerancia al ataque de esta plaga.

Se seleccionaron 256 progenies F3 del cruzamiento entre selecciones de (Cat. XH. de Timor) por introducciones de *C. arabica*, de interés por resistencia a la roya y al CBD, calidad en taza y arquitectura de la planta, para facilitar la cosecha y el manejo de la broca del café. Resultado de la preselección por resistencia a la enfermedad de las cerezas, hechas en el CIFIC de Portugal sobre plantas F2 para mapeo, se identificaron 18 genotipos adicionales a los siete reportados en el informe anterior, con resistencia a uno o dos aislamientos del hongo. La introducción Etiopía 42 confirmó su resistencia al aislamiento de Zimbabwe y en esta ocasión también al de Camerún. Otros derivados del cruce de *C. arabica* con *C. canephora* mostraron resistencia a los aislamientos de Zimbabwe y Kenia. Concluyó la evaluación de la población F2 de Caturra 36 x Etiopía 42 por producción, características morfológicas y de grano y resistencia al CBD.

En el campo de la optimización de los sistemas de producción del material de siembra para el establecimiento de cafetales, se estudió el efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre el crecimiento y la productividad de la planta desde la fase de almácigo hasta la etapa de producción (tres cosechas). Las diferentes evaluaciones tanto en el almácigo como en las fases de crecimiento y de producción, muestran que no hay efecto desfavorable de la raíz bifurcada sobre el desarrollo y producción de las plantas.

Se evaluó el efecto de las especies forestales *Eucalyptus grandis*, *Pinus chiapensis* y *Pinus tecunumanii* sobre la producción de café y se comparó con la producción bajo sombrío de *Inga edulis* y el café a libre exposición solar; el café se estableció en densidades de 4.500 plantas por hectárea en todos los casos, en la Finca La Suecia de Smurfit – Cartón de Colombia, en El Tambo (Cauca). Los resultados finales (producción media de cuatro cosechas, 2004 a 2007), indicaron que la producción de café (185,1 @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s) a libre exposición solar, fue 41,4% superior a la producción con sombrío de *E.*

*grandis*, 55,5% y 47,0% mayor a la obtenida con sombrero de *P. chiapensis* y *P. tecunumanii* y 41,4% más alta que la obtenida en café bajo sombrero de *I. edulis*.

**Producción de Semilla.** Desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2008 se entregó a los Comités de Cafeteros un total de 68.778 kg de semilla (39,5% más que el período anterior), de los cuales 61.170,5 kg correspondieron a la Variedad Castillo®, 6.813,5 kg a las Variedades Castillo® Regional y 794 kg a la variedad Tabi.

## Viabilidad Económica del Café

En relación con la broca del café se inició la determinación del impacto de los frutos infestados caídos sobre la dinámica de plaga después de la cosecha del café, en cuatro altitudes. Un fruto infestado en el suelo puede producir hasta 590 frutos brocados en el árbol, al cabo de seis meses, e incrementar en un mes en 3,2% la infestación en el árbol. Entre 10 y 32% de los frutos sanos en el suelo pueden ser infestados por brocas del suelo.

Se evaluaron ocho formulaciones del hongo *Beauveria bassiana* en el campo y se encontraron mortalidades entre 40 y 68%. Los nematodos entomopatógenos fueron evaluados en el laboratorio en menores dosis para el control de la broca, y se encontró que una concentración de 30.000 juveniles infectivos de *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora* puede disminuir en más de 50% la emergencia de la broca de frutos del suelo.

Las ventajas biológicas que permitieron el establecimiento del parasitoide de la broca *Prorops nasuta*, en el campo, se relacionaron con la longevidad de los adultos, entre 64±2,2 y 73±1,5 días, en tres altitudes y un período generacional entre 36 y 54 días. Se avanzó en el control químico de la broca con la evaluación de una molécula insecticida experimental, que ocasiona mortalidades superiores al 75% en el campo.

Para el desarrollo de una variedad con resistencia a la broca se evaluó el sinergismo en la acción de antibiosis de seis introducciones de *Coffea* spp. en el laboratorio; las mezclas mostraron reducciones entre 22 y 51% en las progenies de broca comparadas con Caturra,

pero las introducciones individuales no mostraron diferencias estadísticas con las mezclas. Adicionalmente, se inició la propagación de 218 plantas de café *in vitro*, con promotores específicos y genes de quitinasas y quitobiosidasas.

Se identificó un complejo de palomillas de la raíz como plaga del café en el Quindío, que comprende las especies *Puto barberi*, *Neochavesia caldasiae*, *Dysmicoccus brevipes*, *D. Neobrevipes*, *D. texensis* y *Pseudococcus jackbeardsley*. Éstas fueron detectadas también en almácigos, los cuales son la principal fuente de dispersión. Así mismo, se encontraron 19 géneros de hormigas asociadas a éstas. En Antioquia y Santander se ha detectado mayor prevalencia de las especies *N. caldasia* y *P. barberi*, respectivamente.

Se han identificado cuatro hospedantes de *Monalonion velezangeli*: guayaba, cacao, aguacate y café. Evaluaciones morfológicas y moleculares han mostrado que los insectos provenientes de Huila y Valle, y aquellos presentes en los otros hospedantes, son la misma especie. Insectos de guayaba y aguacate se han alimentado de café y han reproducido los síntomas de chamusquina. Se encontró al hongo *Clonostachys* sp. como entomopatógeno de este insecto.

Se reporta la mosca blanca *Aleurothrixus floccosus* como plaga ocasional en cafetales asociados a frutales, asociada al uso indebido de insecticidas orgánicos.

Para mejorar la persistencia en el campo del control de llaga macana se observó en zocas y bajo inoculación artificial, 24, 48 y 72 horas después de la aplicación, que las combinaciones con Derosal que mejor resistieron la precipitación fueron: cicatrizante hormonal (4,3% de zocas infectadas), pintura anticorrosiva (8%) y pintura coraza (13%), inferiores al testigo de referencia Derosal solo 4 cc.L<sup>-1</sup> (23%) o al testigo absoluto (70%). No hubo fitotoxicidad, con una emisión normal de brotes. El uso de injertos resistentes contra la llaga macana no tuvo efecto en la productividad de las plantas en el campo. La menor mortalidad con la inoculación natural de *C. fimbriata* la presentó la variedad Colombia sobre el patrón *Coffea canephora* (2%), seguida de la variedad Colombia sobre Borbón resistente a macana (5%), en comparación con otras progenies (10 a 15%).

En la aplicación de productos biológicos para el manejo de enfermedades se validó el hongo *Trichoderma*

*harzianum* (Tricho-D) como la alternativa contra el volcamiento en germinadores. Se confirmaron las propiedades nematocidas del extracto y las enmiendas de la planta *Tagetes minuta* sobre la eclosión de huevos e infección de *Meloidogyne* spp. Los inóculos comerciales de Micorrizas Arbusculares “Plant Bio”, “Glomales de Antioquia” y “Abonamos” mostraron efectos favorables en la nutrición, lo que permite su recomendación en la etapa de almácigo. Los experimentos sobre el efecto de agentes biológicos en la fertilización del cultivo de café sugieren que es posible reducir la cantidad total de fertilizante químico aplicado cuando se combina con un producto biológico, sin afectar el crecimiento de las plantas y sin disminuir la producción.

Durante el primer año de evaluación de nuevas moléculas para el control químico, el fungicida experimental (thiamethoxam + cyproconazole) mostró un efecto protector y curativo sobre el desarrollo de *Hemileia vastatrix* y un efecto de estímulo en el crecimiento de las plántulas de almácigo. En el campo se aprecia una tendencia a menores promedios de incidencia de roya (11%) con dosis altas y hasta tres aplicaciones de 1 kg.ha<sup>-1</sup>, con diferencias con las dosis bajas (25%) y el testigo (41%). El fungicida experimental (azoxystrobin + cyproconazol) presenta una tendencia similar con las dosis altas para disminuir la incidencia de la roya, así como de mancha de hierro y mal rosado.

En relación con los avances sobre la cosecha del café, se propuso la tecnología Canguaro, en la cual el depósito para almacenar temporalmente los frutos cosechados está colocado en la cintura, en lugar de la espalda (como en el Aroandes), con lo cual se da mayor comodidad al operario, especialmente en terrenos de alta pendiente, se facilita el transporte de los frutos por medio de la manga y se facilita la operación de descarga de frutos a la estopa. En el dispositivo Arococo la manga (con el aro) se une al canasto tradicional por medio de una riata. Partiendo de la malla guiada para la cosecha individual se desarrollaron dos nuevos modelos, para facilitar y agilizar su manejo, principalmente en cafetales de alta densidad. Se diseñaron bandejas para la cosecha manual y asistida de café, apropiadas para cafetales de alta densidad, en terrenos con pendiente de hasta 60%. Actualmente, estas tecnologías se evalúan en la Estación Central Naranjal, con resultados promisorios. En el marco de la Investigación Participativa - IPA se adelanta la evaluación de los dispositivos Raselca, Alfa y Descafé, y los mencionados anteriormente.

Se encontró que los métodos utilizados en las fincas no permiten estimar en forma confiable el punto de lavado en el proceso de fermentación; se investigan tecnologías para determinarlo en forma objetiva, mediante el conocimiento de la dinámica de remoción del mucílago. Se seleccionaron bombas de bajo costo para el control del flujo de agua en el desmucilaginado mecánico, con las cuales se logra utilizar el flujo recomendado por Cenicafé y obtener el control de la contaminación esperados con la tecnología Becolsub. Actualmente, se avanza en el desarrollo de tecnología para el reconocimiento y separación de frutos de café por medios electrónicos (con cofinanciación de COLCIENCIAS) y en la evaluación de tecnología para la separación de frutos inmaduros, pintones y secos por medios mecánicos, con resultados promisorios.

Se adelanta investigación para desarrollar un método que permita medir la humedad del café en línea en secado mecánico, con resultados promisorios. Se desarrolló una metodología para el diseño de ventiladores centrífugos para el secado del café, eficientes, con balanceo dinámico en servitecas y de bajo costo, que puedan ser fabricados en talleres rurales. Actualmente, se dispone de plantillas para fabricar ventiladores para secadores de 80, 120 y 160 @ de c.p.s.; se está desarrollando tecnología que permita regular el flujo de aire de secado en cualquier condición de operación del secador (carga de café) y optimizar el consumo de combustible y de energía eléctrica.

## Calidad y Cafés Especiales

Para conocer el efecto de la altitud y de los suelos en la calidad del café de Colombia y en el contenido de elementos químicos en los granos, se completaron los muestreos en Huila y Tolima, para un total de 622 muestras del proyecto. Se han efectuado 9.904 análisis de calidad física de los granos y 7.428 de la calidad en taza.

También se determinó la humedad, el color, la actividad del agua (aw), el pH, la acidez y los sólidos de la bebida de café, resultados que se están analizando respecto a la trazabilidad de origen y procesos de las muestras. Además, en este año se efectuaron 61.192 determinaciones de los 43 elementos químicos en granos de café almendra y tostado y en las aguas de beneficio, para un total de 108.471 análisis. En el agua

usada para el lavado del café en las fincas se encontraron diferencias significativas en el contenido de varios elementos químicos, según la procedencia del agua, sea de nacimiento o de acueducto y según los diferentes orígenes por departamentos. Se observó que la calidad del agua usada para el beneficio del grano influye en la composición elemental del grano almendra de café.

De otra parte, se creó una escala de la variación del color del café a través del proceso de tostación, respecto a las características físicas y sensoriales de la bebida. El grano de café almendra sin tostar presenta un sabor muy amargo, no tiene acidez y el pH es cercano a 6; a medida que se tuesta, el grano pierde peso y humedad, el pH disminuye y la bebida es menos amarga y más ácida; para pérdidas de peso en la tostación superiores al 16% se observa una disminución de la acidez, un aumento del amargo y se obtienen sabores desagradables y desbalanceados, como quemado, áspero y carbonoso.

Se capacitaron 270 personas sobre el origen de la calidad del café de Colombia, la aplicación de las BPA y los análisis físicos y sensoriales del café: 150 líderes cafeteros, 113 extensionistas, 2 estudiantes del Sena y 5 tostadores de Colombia.

Con el apoyo del Servicio de Extensión de Caldas, se evaluó en 20 fincas de caficultores un método para medir la humedad del café en el secado solar (GRAVIMET) y obtener producto con humedad final en el rango del 10 al 12%; el 93% de los lotes de café secados (100 en total) presentaron humedad final en este rango. El método se evalúa actualmente en el marco de la IPA en los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda.

## Sostenibilidad Ambiental

Sobre la conservación de suelos y el manejo de arvenses, se demostró que las coberturas nobles y el maní forrajero no causan efectos negativos en el desarrollo del café hasta los dos años de edad del cultivo. Se halló una opción para el manejo químico de *Panicum laxum*, arvense reportada por los caficultores como problema en cafetales de la zona cafetera central. Se demostró que la erosión severa conlleva a la reducción de la producción de café. Debido a las intensas lluvias del presente año, se brindó asesoría y capacitación frecuente a los

caficultores sobre los tratamientos para el control de movimientos en masa en las fincas cafeteras.

En cuatro agroecosistemas: cafetal a libre exposición solar de la variedad Tabi, cafetal variedad Tabi bajo sombrío de guamo (*Inga* sp.), pastizal y bosque, se midieron los diferentes componentes hidrológicos como la interceptación de la lluvia por la parte aérea del cultivo, la lluvia efectiva, la cantidad de agua retenida por la hojarasca, la percolación y la tensión de la humedad en el suelo. Los valores de interceptación fluctuaron entre 14,3% en el cafetal variedad Tabi con sombrío de guamo (*Inga* sp.) 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 el estrato de la vegetación rasante y por el estrato de descomposición del material vegetal, con valores que están entre 45,5% en el pastizal y 44,6% en el cafetal a libre exposición solar. De las proporciones de agua que se percolan y van hacia los horizontes del suelo más profundos, las mayores cantidades se registran en el cafetal bajo sombrío de guamo (47,%) y en el bosque (45,7%). Los valores encontrados en los diferentes componentes del ciclo hidrológico en los ecosistemas estudiados están directamente influenciados por el tipo de cobertura vegetal, los índices de área foliar y la pendiente del cultivo, entre otros.

Mediante un sistema integral de tratamiento de los lixiviados del Becolsub se logró una remoción del 84,6% de la DQO y un efluente con pH 7,33, para sustratos iniciales con una DQO media de 91.200 ppm y un pH de 3,82. También se encontró que la eficiencia en la remoción de la carga orgánica y de los macronutrientes N, P y K, mediante el postratamiento con sistemas biológicos y plantas acuáticas, depende de la concentración de DQO inicial, y son más eficientes para una DQO inicial menor a 1.000 ppm.

De otra parte, mediante la adición de 100 a 300 ppm de una enzima comercial se logró la remoción del mucílago de café en una hora. Con los residuos de este proceso enzimático se produjeron 42,5 mL de etanol del 98% de pureza por cada kilogramo de mucílago fresco, que corresponde al 71,3% del alcohol obtenido del mucílago del desmucilagador mecánico.

Se capacitaron 110 personas acerca del lavado del café, el tanque tina, el tratamiento de lixiviados y el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales del café. Participaron diez líderes del Programa Familias Guarda Bosques de Albán, Buesaco y del resguardo indígena Inga de Aponte de Nariño, 12 estudiantes, 60 caficultores y 8 extensionistas de los Comités de Cafeteros de Santander, Carmen de Atrato, Cauca, y 12 personas de la Estación Naranjal.

Se continuó con el programa de censos participativos de aves en zonas cafeteras de Colombia, que se realiza como parte de un convenio con The Nature Conservancy y fondos del Servicio Forestal de Estados Unidos. En este año se realizaron censos con la participación de comunidades cafeteras de Santander, Cundinamarca, Huila y Tolima. Se continuó con el desarrollo de herramientas de conservación de la biodiversidad con base en oportunidades en las zonas cafeteras. El análisis de los datos obtenidos en investigaciones previas permitió avanzar en la identificación de los potenciales para la conservación y el desarrollo de herramientas aplicables a nivel de finca y especialmente, a nivel regional; así como comenzar los análisis de la base de datos consolidada de todos nuestros estudios de aves.

Como parte del estudio del papel de los organismos del suelo en la regeneración natural en zonas cafeteras, se adelantaron varios experimentos en los invernaderos de Cenicafé, en los cuales se examinó el crecimiento de varias especies de árboles, en diferentes tipos de suelos y con comunidades de organismos provenientes de diferentes elementos del paisaje. Se construyó una línea base sobre la biodiversidad en la Estación Central Naranjal. El objetivo de esta investigación fue contribuir a la evaluación de los cambios ambientales debidos a la producción de semilla orgánica. Finalmente, durante este período se inició un proyecto bajo un convenio con Rainforest Alliance para la evaluación de los efectos ambientales, sociales y económicos de la adopción de la norma. Como parte de este proyecto, el Programa de Biología de la Conservación (BDC) ha iniciado un estudio sobre los sombríos como hábitat o corredores para monos nocturnos andinos.

## Sistemas de Producción Complementarios

En las Subestaciones se continuó colaborando con la investigación de nuevas variedades e híbridos de maíz para la zona cafetera, dentro del convenio Fenalce – CIMMYT – FNC.

Se han seleccionado las cinco progenies de mayor productividad ( $m^3/ha$ ) de nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), con tolerancia al nuevo “disturbio” en nogal cafetero, en los ensayos de procedencias y progenies, ubicados en Fredonia (Antioquia), Floridablanca (Santander), Chinchiná (Caldas), Pueblo Bello (Cesar), Belén de Umbría (Risaralda) y Líbano (Tolima). En septiembre de 2008 se inició la injertación de estos materiales, para su posterior establecimiento en los huertos semilleros clonales en la Estación Central de Naranjal y en la Subestación La Catalina, donde quedarán reunidos los mejores materiales del país.

Respecto a la identificación de los problemas fitosanitarios limitantes asociados a las especies nativas de mayor importancia para la reforestación, se resaltan las incidencias y severidades del 100% causadas por *Dyctyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae), en algunas plantaciones de Chinchiná (Caldas) y Líbano (Tolima). Igualmente se destaca el daño causado por un lepidóptero de la familia Geometridae (*Eusarca* sp.), en siete hectáreas de chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) en Fredonia (Antioquia), y el daño ocasionado por la pudrición de la médula de la ceiba (*Ceiba pentandra*), en Gigante (Huila); para cada uno de ellos se identificó el agente causante y se dispusieron las medidas respectivas para su control biológico.

Se avanzó en la investigación para la identificación del agente causal del disturbio de nogal cafetero y su distribución. Para ello se están realizando pruebas moleculares, encaminadas a la identificación del agente causante y de materiales con tolerancia genética a la enfermedad. Se estandarizaron los protocolos de PCR, utilizados en el laboratorio de Patología del CIAT, para la determinación de fitoplasmas en yuca, y en Cenicafé, para la crespeta del café.

## Divulgación y Transferencia

Se publicaron los Avances Técnicos 365 al 375 y la Revista Cenicafé Vol. 58 Nos. 2, 3 y 4. Se colaboró con el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas con la edición y el diseño de las Cartillas de Escuela y Café; durante este año se entregaron las cartillas correspondientes a los grados Octavo y Noveno, para la capacitación de los jóvenes que adelantan sus estudios en diferentes escuelas de la zona rural del departamento de Caldas. Se entregó en formato digital el Anuario Meteorológico 2006.

Se dictaron 8 cursos y talleres y 18 reuniones técnicas con extensionistas, estudiantes y caficultores, se colaboró con el Comité de Caldas en la coordinación y logística de tres días de campo. Estas capacitaciones se llevaron a cabo tanto en Cenicafé como en la Estación Central Naranjal.

Se atendieron en la sede central de Cenicafé 3.419 visitantes, entre los que se destacan 1.716 caficultores y extensionistas y 132 visitantes extranjeros.

En las Subestaciones Experimentales se recibieron 8.580 visitantes y 167 giras de caficultores (5.350 caficultores). Se colaboró en 26 días de campo, a los cuales asistieron 3.052 caficultores.

Se publicó la Guía Silvicultural para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana, El Guayacán Rosado o Roble *Tabebuia rosea* (Bertol) DC.

En el marco del 'Seminario Conmemorativo de los 70 años de Cenicafé: Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI', se entregó el volumen 4 de la publicación titulada Resúmenes Analíticos, la cual recopila la información científica y técnica producida por los investigadores de Cenicafé durante los últimos diez años: 1998 – 2008.

Al cumplir los primeros cincuenta años de Cenicafé la publicación Resúmenes Analíticos, en el año de 1988, incluyó un total de 1.344 registros; diez años más tarde, en el año 1998, fueron 1.804. Ahora entregamos un total de 2.549 registros, o sea, 745 más que en la anterior década. En esta publicación digital, quien la consulte podrá recuperar en forma fácil y rápida no sólo los resúmenes, sino además las publicaciones completas de los artículos publicados en la Revista Cenicafé, así

como en otras publicaciones periódicas y los Avances Técnicos.

Se incluyen 125 Avances Técnicos, lo cual demuestra que mensualmente se entregó un ejemplar nuevo de esta serie, que está dirigida fundamentalmente al Servicio de Extensión de los Comités Departamentales de Cafeteros, a los asistentes técnicos públicos y privados, y a los caficultores. También se incluyen 235 artículos publicados en la Revista Cenicafé, que este año llega al volumen 59, constituyéndose en una de las revistas científicas con más continuidad en su publicación en el país.

Como en años anteriores, se registró un incremento en el uso de las bases de datos que se encuentran en el portal [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org) con 2.465 visitas y 9.676 consultas, lo que representa un incremento del 22,57% y 15,5%, respectivamente, con relación al año 2007. La base de datos sobre café fue la más consultada. El 30% de las personas que consultaron fueron estudiantes, seguido de profesionales, con el 19%. A esta base de datos se agregaron 2.200 nuevos registros, completando 35.500 referencias con sus respectivos resúmenes.

## Conocimiento Estratégico

Se presentó el informe (cuatro tomos) de actividades correspondiente al presente año, en el marco del Convenio 067/2007 para el desarrollo del proyecto sobre el genoma del café, de la broca y del hongo *Beauveria bassiana*, gracias a la cofinanciación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

En la construcción del mapa genético del café se evaluaron 126 marcadores microsatélites, pudiéndose mapear 62 de ellos, mientras que en la construcción del mapa físico se avanzó en la localización de regiones cromosómicas específicas. Se crearon poblaciones  $F_1$  y  $F_2$  para análisis de QTL relacionados con producción, resistencia a la broca y resistencia a la roya. Se inició la validación de marcadores asociados con la resistencia al CBD en materiales cultivados. En la búsqueda de marcadores ligados a la resistencia incompleta a la roya, se obtuvieron más de 20 nuevos marcadores a partir de secuencias EST de genes de resistencia. En un microarreglo de ADNc de *C. arabica* y *C. liberica* se evaluaron 36.460 genes, con la identificación de 1.644

transcritos de vías metabólicas específicas relacionadas con la respuesta a la roya y 2.585 a broca.

Se estudiaron diferentes genes involucrados con la floración del café y se pudo caracterizar un gen responsable del fotoperíodo: el gen *cryptocromo 1*, cuya clonación está prevista. Se determinaron los contenidos de cafeína, trigonelina, ácidos clorogénicos, lípidos totales y ácidos grasos, así como los espectros NIRs de muestras de diferentes localidades del país. Los análisis permitieron clasificar los genotipos estudiados y determinar su origen geográfico.

En la identificación de genes candidatos que afectan las enzimas del tracto digestivo de la broca se estudiaron extractos proteicos puros de semillas de *C. liberica* y de ocho accesiones de *C. arabica* que mostraron efecto inhibitorio (hasta del 80 %) sobre la actividad de la mananasa de la broca, con una reducción del 30% en la oviposición. Con este fin se obtuvieron 12 líneas de *C. arabica* expresando el gen inhibidor de tripsina. Además, se clonaron los genes de dos inhibidores de poligalacturonasas de frijol, se caracterizó un inhibidor de las aspártico proteinasas de *Lupinus bogotensis* (IPL) y un inhibidor de xilanasas de trigo, mientras que en la broca se estudiaron dos enzimas que degradan la hemicelulosa del café (xilanasas) y metabolizan la cafeína (citocromos P450). Sobre dietas artificiales se determinaron diferencias entre la capacidad reproductiva de la broca y de la falsa broca (*H. obscurus*). Los análisis del gen  $Gaba_A$  en poblaciones de broca mostraron que los individuos homocigotos tuvieron un aumento de mortalidad del 32% en adultos, una disminución de estados del 40% y una desviación significativa del radio sexual 1:10 macho a hembra, en la población. Se determinó el tamaño del genoma de la broca y se localizó el gen de la mananasa sobre sus cromosomas.

Se identificaron cepas del controlador biológico *Beauveria bassiana* altamente resistentes a radiación ultravioleta (UV). Se construyó una librería genómica bajo exposición a UV y se transformaron cepas del hongo con el gen de fotoliasa, involucrado en la reparación del ADN. Se identificaron 2.401 genes candidatos implicados en el proceso de infección del hongo sobre la broca. De éstos, el 11% tienen función conocida, y se destaca la presencia de factores patogénicos y la expresión diferencial de la proteasa alcalina.

Se hizo público el sitio [bioinformatics.cenicafe.org](http://bioinformatics.cenicafe.org) que incluye el sistema de bases de datos desarrollado en Cenicafé, pero con sólo la información de *C. canephora*. El proyecto genoma cuenta con más de 160.000 secuencias de ADN de café, broca y *B. bassiana*, y 31.473 unigenes de *C. arabica*, clasificados en familias mediante algoritmos avanzados.

## Reconocimientos a Cenicafé

Cenicafé fue seleccionado como Ganador del Premio de la Fundación Aurelio Llano Posada, versión del año 2008 en la categoría Investigación y Desarrollo por el trabajo titulado: “Sistema para el tratamiento de aguas mieles: Investigación aplicada en beneficio de los productores cafeteros” presentado por los investigadores de Cenicafé Ingenieros Químicos Diego A. Zambrano y Nelson Rodríguez. El Premio fue entregado en ceremonia especial en el salón Citará del Hotel Intercontinental, en la ciudad de Medellín el día 4 de junio de 2008.

El trabajo titulado “Determinación de exogamia en la broca del café, *Hypothenemus hampei*” fue declarado como ganador del Premio Hernán Alcaráz Viecco, en la categoría profesional, otorgado por la Sociedad Colombiana de Entomología “SOCOLEN”, de acuerdo con el Acta No. 112 del 15 de junio de 2008. Esta investigación fue realizada por los investigadores de Cenicafé: Pablo Benavides, Luis Miguel Constantino, Lucio Navarro y Flor Edith Acevedo. La investigación ocupó el primer puesto entre veinte trabajos presentados a consideración del jurado conformado por los doctores Javier García del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, Efraín Becerra de Dow AgroSciences y Alfredo Acosta de la Universidad Nacional de Colombia.

Así mismo, el jurado otorgó Mención de Honor, por haber ocupado el segundo puesto al trabajo titulado: “Biología comparada entre falsa broca *Hypothenemus obscurus* y la broca del café *Hypothenemus hampei*” de los investigadores de Cenicafé Luis Miguel Constantino, Pablo Benavides, Lucio Navarro, Alejandro Berrío y David Rubio. El Premio es auspiciado por la Compañía Bayer CropSciences S. A. y fue entregado en ceremonia cumplida durante la realización del XXXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología realizado en la ciudad de Cali, entre el 16 y el 18 de julio del presente año.

La Fundación Alejandro Angel Escobar otorgó la Mención de Honor en la categoría de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales al trabajo titulado: “Descifrando los genomas del café *Coffea arabica*, su principal plaga la broca, *Hypothenemus hampei*, y el controlador biológico *Beauveria bassiana*”, presentado por los investigadores del Centro Nacional de Investigaciones de Café—Cenicafé: \* Ricardo Acuña S., Pablo Benavides M., Gabriel Cadena G., Marco Cristancho A, Jerson Domínguez T. Alvaro Gaitán B., Carmenza Góngora B., Juan Carlos Herrera P., Diana Molina V., Pilar Moncada B., Húver Posada S. y Diana Villareal P.\* por orden alfabético. El evento de premiación se llevó a cabo el 2 de septiembre de 2008, en la Sala de Conciertos de la Biblioteca Luis Ángel Arango en Bogotá.

El Comité del Premio Nacional de la Ciencia del Suelo “Francisco Silva Mojica” otorgó el Premio Nacional de la Ciencia del Suelo a la tesis dirigida por el investigador de Cenicafé Ingeniero Edgar Hincapié Gómez, titulada “Evaluación del riesgo por erosión potencial de la zona cafetera central del departamento de Caldas”, presentada por Fernando Andrés Ramírez Ortiz para obtener el título de Ingeniero Forestal de la Universidad del Tolima. El Premio consiste en una beca al autor para realizar sus estudios de Magíster en la Universidad Nacional de Colombia.

Sandra Bibiana Medina López quien realizó en Cenicafé la tesis titulada “Determinación de la relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera” para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Caldas, obtuvo el segundo puesto en la evaluación del Premio Nacional de la Ciencia del Suelo. Esta tesis fue dirigida por el investigador de Cenicafé Ingeniero Luis Fernando Salazar Gutiérrez. Recibió una Mención Especial. Estas distinciones fueron entregadas en la clausura del XIV Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo en la ciudad de Villavicencio el día 31 de octubre del presente año.

## Registro

Después de más de 27 años de servicios a la Federación Nacional de Cafeteros, tanto en el Programa de Desarrollo y Diversificación como en Cenicafé, se retiró el Dr. José Arthemo López Ríos, quien contribuyó con sus actividades al fomento de cultivos complementarios al café y de diversificación en zonas cafeteras como el

plátano, los cítricos y las pasifloráceas. El Dr. López además lideró el Programa ETIA y contribuyó con publicaciones en materia de normas técnicas para la producción de frutas y hortalizas, empaques y el desarrollo de buenas prácticas agrícolas y sistemas integrados de gestión.

## Celebración de los 70 años de Cenicafé

Con el fin de celebrar los 70 años de la creación de Cenicafé, la Federación Nacional de Cafeteros organizó la realización del Seminario Científico “Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI” en el auditorio “Arturo Gómez Jaramillo” de la sede principal de la Federación en Bogotá. Se realizó durante los días 10, 11 y 12 de septiembre de 2008.

Durante la ceremonia de instalación, el Director de COLCIENCIAS, Dr. Juan Francisco Miranda, hizo entrega a Cenicafé de la Distinción “Francisco José de Caldas”, con motivo de sus 70 años continuos de generación de conocimientos en favor de los caficultores colombianos.

El Comité Departamental de Cafeteros del Tolima, en el marco de la celebración de los 70 años de Cenicafé, otorgó la Medalla al Mérito Cafetero ‘Alfonso Palacio Rudas’ a Cenicafé “por sus 70 años de labores dedicados a la investigación de tecnologías apropiadas, competitivas y sostenibles para el bienestar y desarrollo de los caficultores colombianos”.

Igualmente, con la presencia del Dr. Gabriel Silva, Gerente General de la Federación, el 29 de septiembre, se descubrió una placa conmemorativa en la sede principal de Cenicafé en Chinchiná y se le otorgó la Medalla al Mérito Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en la categoría “Al Mérito por Servicios” a 12 investigadores retirados de Cenicafé como un reconocimiento a sus contribuciones al desarrollo científico de la caficultura colombiana. Los investigadores distinguidos fueron los doctores: Alfonso Mestre Mestre, Germán Valencia Aristizábal, Luis Germán Moreno Ruiz, Jairo Leguizamón Caycedo, Manuel José Echeverry López, José Arthemo López Ríos, Senén Suárez Vásquez, Octavio Fernández Borrero, Jaime Rubio Uribe, Gonzalo Roa Mejía, Alvaro Gómez Aristizábal y Alex E. Bustillo Pardey.

Gabriel Cadena Gómez

**Director**

*Chinchiná, Noviembre 7 de 2008*

# 70 años de Cenicafé

El IX Congreso Nacional de Cafeteros expidió el Acuerdo número 2 de 1938 (Noviembre 9) que creó el Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé.

En el año de 1972, el Comité Nacional, dispuso que Cenicafé llevara el nombre del ilustre cafetero caldense, Don Pedro Uribe Mejía.

Con motivo de la celebración de los 70 años de la fundación de Cenicafé, con la Gerencia General de la Federación se acordó realizar una serie de eventos durante el año 2008 que sirvieran no solo para que los caficultores se acercaran más a su centro de investigaciones sino además para analizar ideas acerca del futuro de la caficultura en el entorno de la agricultura tropical y para reconocer a aquellos investigadores que durante sus años de servicio hicieron aportes significativos al conocimiento y a la generación de tecnologías al servicio de los caficultores colombianos. El 12 de febrero con motivo de la celebración en Manizales del LXIX Congreso Cafetero y la inauguración de la ampliación de la planta de Buencafé Liofilizado, se programó la visita de los señores delegados de los Comités Departamentales de Cafeteros a las instalaciones de Cenicafé, con el fin de informarles acerca de todas las actividades de investigación y experimentación que se adelantan por parte de los investigadores del Centro.



Representantes de los Comités Departamentales de Cafeteros en Cenicafé

En el Auditorio “Arturo Gómez Jaramillo” de la sede principal de la Federación en Bogotá, se realizó entre el 10 y el 12 de septiembre, el Seminario Científico “Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI”. La instalación del Seminario contó con la presencia del señor Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural (e), Dr. Juan Camilo Salazar Rueda, del señor Gerente General de la Federación, Dr. Gabriel Silva, del Director General de Colciencias Dr. Juan Francisco Miranda, del Asesor del Gobierno para Asuntos Cafeteros, Dr. Muricio Perfetti, de los señores miembros del Comité Directivo de la Federación, el Gerente Técnico Dr. Edgar Echeverri G, así como invitados especiales del sector gubernamental, de las universidades, centros de investigación y dirigentes gremiales.



Acto de instalación del Seminario “Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI”. Auditorio “Arturo Gómez Jaramillo”, sede principal de la Federación Nacional de Cafeteros en Bogotá. Septiembre 10 de 2008. De izquierda a derecha: Dr. Mauricio Perfetti, Cadena, Dr. Juan Camilo Salazar, Dr. Gabriel Silva, Dr. Juan Francisco Miranda.

El programa que se desarrolló durante el Seminario aparece a continuación.

**Seminario científico  
"Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI"**

**Celebración de los 70 años del Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé**

**Auditorio "Arturo Gómez Jaramillo" Federación Nacional de Cafeteros de Colombia Bogotá D.C., del 10 al 12 de septiembre, 2008**

**Programa**

<b>Septiembre 10</b>	08:00-9:00 Registro del seminario y entrega de credenciales	09:00-9:30 Dr. Andrés Felipe Arias, Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural	09:30-10:00 Debate a cargo del Dr. Gabriel Silva, Gerente General de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	10:00-10:15 Dr. Gabriel Gutiérrez, Director del Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé	10:15-10:30 Café	10:30-11:20 Seminario: Inocuidad y Seguridad en el Siglo XXI	11:20-12:10 Expositor para una política de innovación en Colombia	12:10-14:00 Almuerzo	14:00-14:50 El papel de la brecha institucional en el desarrollo sostenible (Nuevos desafíos del campo colombiano)	14:50-15:40 Presentar Fomentalas: retos, oportunidades y desafíos en el sector del Transporte de Niquel	15:40-15:55 Café	15:55-16:45 El impacto de la innovación en Ciencia y Tecnología	16:45-17:35 Colciencia: Incentivos y mecanismos de financiación. Universidad de Los Andes	17:35-18:00 Almuerzo	
<b>Septiembre 11</b>	8:00-8:15 Uso de técnicas innovadoras en la agricultura y la conservación de la biodiversidad	8:15-10:05 Políticas de la agricultura para el mejoramiento de los ingresos	10:05-10:50 Ciencias y biología empapadas: aplicaciones en maíces y estudios de campo	10:55-11:10 Café	11:10-12:00 Seminario del Café	12:00-12:40 Uso de nuevas tecnologías biológicas y innovaciones de maíces como recursos genéticos para la generación vegetal	12:50-14:00 Almuerzo	14:00-14:50 Transgénicos y el futuro de los alimentos: ¿un catalizador para el control de maíces?	14:50-15:40 El futuro de los maíces: ¿qué nos espera en la perspectiva del café?	15:40-16:10 Pausa	16:10-16:45 Seminario: Nuevas alternativas para el sector cafetero	16:45-17:35 Seminario: Nuevas alternativas para el sector cafetero	17:35-18:00 Almuerzo		
<b>Septiembre 12</b>	8:30-8:45 Reunión Científica: Nuevas alternativas para el sector cafetero	8:45-9:35 Biodiversidad en Colombia	9:35-10:25 Aplicaciones de la ciencia en estrategias de manejo para el mejoramiento de la calidad del agua y del suelo mediante el manejo de las acequias	10:25-10:40 Café	10:40-11:30 Biodiversidad en la zona cafetera colombiana	11:30-12:00 Almuerzo	12:00-13:00 Seminario: Servicios agroalimentarios y la agricultura	13:15-14:05 Platicación entre los científicos en las ciencias agrícolas y la ingeniería	14:05-14:50 Contribuciones profesionales de la agricultura colombiana a la mitigación del cambio climático	14:50-15:25 La evolución: ¿cómo los sistemas de producción agropecuaria mejoraron para el sector cafetero de Colombia?	15:25-15:40 Café	15:40-16:10 Platicación: Reformas al sistema de extensión y los retos del futuro	16:10-17:00 Seminario: Transparencia de la información en el sector cafetero	17:00-17:50 Seminario: Gestión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	17:50-18:00 Platicación de clausura

Con el apoyo de Colciencias, se publicará un libro con las memorias de este Seminario.

El 29 de septiembre con la presencia del Dr. Gabriel Silva, del Dr. Guillermo Trujillo, el Dr. Mario Gómez, el Dr. Edgar Echeverri, la Dra. Lina Rivas y de todos los empleados de Cenicafé se realizó una reunión en el Auditorio de Cenicafé, en la cual se condecoraron a 12 ex investigadores de Cenicafé con la Medalla Federación Nacional de Cafeteros.



EL Dr. Gabriel Silva L. se dirige a los asistentes en el auditorio de Cenicafé



De izquierda a derecha:  
Gabriel Cadena, Manuel Echeverry, Arthemo López, Senén Suárez, Germán Moreno, Jairo Leguizamón, Edgar Echeverri, Octavio Fernández, Gabriel Silva, Alfonso Mestre, Germán Valencia, Alvaro Gómez, Jaime Rubio, Gonzalo Roa.



El Dr. Gabriel Silva descubrió una placa conmemorativa de los 70 años de Cenicafé en el recibo principal del Centro.



# Productividad Agronómica

## 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 234 estaciones meteorológicas, de la siguiente manera: 58 estaciones climatológicas principales, 7 estaciones heliopluiográficas, 1 estación heliográfica, 7 estaciones pluviográficas y 161 estaciones pluviométricas. Se realizaron 145 visitas para mantenimiento y calibración de los equipos, 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 verificó hasta el mes de julio de 2008. El número de horas solares está evaluado y digitado en menos del 50% hasta el mes de diciembre de 2007, mientras que los registros de los pluviómetros de 161 sitios están evaluados y almacenados en archivos digitales hasta el mes de agosto de 2008.

En la ampliación de la cobertura de la red meteorológica se resaltan:

Los traslados de las estaciones pluviométricas en El Silencio (Aranzazu, Caldas) a la finca Cañaverl (Aranzazu, Caldas) y la estación La Gaviota (Salamina, Caldas) a la finca El Recuerdo en el mismo municipio. Así mismo, se trasladó la estación heliopluiográfica El Bremen (Circasia, Quindío) a la finca La Hungría, en el municipio de Salento, de propiedad del Comité Departamental de Cafeteros del Quindío.

Se seleccionó el sitio para la instalación de una nueva estación climatológica principal en la finca Agroberlín en el municipio de Ciénaga (Magdalena), con coordenadas 02° 20' 46" Latitud Norte, 75° 52' 42" Longitud Oeste y una altitud de 1.754 m.

La reactivación de la estación climatológica principal El Ciprés, situada en el municipio de Salamina (05° 26' Latitud Norte, 75° 30' Longitud Oeste, altitud 1.877 m).

**Estudios micrometeorológicos en sistemas de producción.** En cuatro agroecosistemas: cafetal a libre exposición solar de la variedad Tabi, cafetal variedad Tabi bajo sombrío de guamo (*Inga sp.*), pastizal y bosque, se midieron los diferentes componentes hidrológicos

como la interceptación de la lluvia por la parte aérea del cultivo, la lluvia efectiva, la cantidad de agua retenida por la hojarasca, la percolación y la tensión de la humedad en el suelo. Los valores de interceptación fluctuaron entre 14,3% en el cafetal variedad Tabi con sombrío de guamo (*Inga sp.*) 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 es interceptada por el estrato de la vegetación rasante y por el estrato de descomposición del material vegetal, con valores entre 45,5% en el pastizal y 44,6% en el cafetal a libre exposición solar. De las proporciones de agua que se percolan y van hacia los horizontes del suelo más profundos las mayores cantidades se registran en el cafetal bajo sombrío de guamo (47,0%) y en el bosque (45,7%). Los valores encontrados en los diferentes componentes del ciclo hidrológico en los ecosistemas estudiados están directamente influenciados por el tipo de cobertura vegetal, los índices de área foliar y la pendiente del cultivo, entre otros.

**Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.** Se finalizó la verificación y complementación de las series mensuales de temperatura máxima, brillo solar y humedad relativa por medio del método gráfico y de regresiones para los ecotopos 211B a 214B y 317A a 319A localizados en el departamento del Huila.

Se adelantó el análisis estadístico de la lluvia para los Ecotopos 106B, 107B, 108B, 205A, 206A y 207A y el cálculo, el análisis de los balances hídricos y la disponibilidad hídrica en el ecotopo 209A.

Se realizó el estudio sobre la "Caracterización de la lluvia y de la disponibilidad hídrica en el ecotopo 403" de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Se finalizó la memoria de los ecotopos 205A, 206A y 207A situados en los departamentos de Caldas y Risaralda que comprende el análisis de la lluvia, temperaturas (media, mínima y máxima), brillo solar, humedad relativa y la disponibilidad hídrica junto con su variación espacial ilustrada en mapas elaborados en ILWIS en escala 1:100.000.

**Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia. BIO 0512.** Como aplicación de

los resultados del experimento, se aplicó el método “Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia”, en seis de las 167 estaciones de la red meteorológica de la FNC, que registran información de lluvia (Tabla 1). El método tiene los siguientes componentes: 1. Tasas de precipitación diaria por grupo y mes; 2. Probabilidades de que llueva en un día dado, teniendo en cuenta el grupo y el mes; 3. Límites de precipitación promedio acumulada. El procedimiento para su aplicación consiste en: a. Identificar el grupo (El Niño, La Niña y Neutro) al cual pertenece el mes con el día del dato faltante; b. Obtener el acumulado de lluvia del mes (sin dato faltante); c. Si la probabilidad de que llueva en dicho día es menor o igual al 20%, la estimación del dato faltante será cero; d. Si la probabilidad de que llueva es mayor del 20% y acumulado es mayor descriptivamente, que el límite superior para el intervalo del acumulado histórico, del mes y grupo, respectivamente, la estimación del dato faltante es cero; e. Si la probabilidad de que llueva es mayor del 20% y el acumulado no es mayor descriptivamente, que el límite superior para el intervalo del acumulado histórico, del mes y del grupo, respectivamente, la estimación del dato faltante es la tasa de precipitación diaria estimada para el mes y el grupo al cual corresponda el dato faltante. De las estaciones en las cuales se ha completado la

serie de lluvia, con el método de estimación de los datos faltantes, Francisco Romero, La Trinidad y Planta tratamiento, presentaron 3, 5 y 6 meses completos sin datos diarios de lluvia, respectivamente.

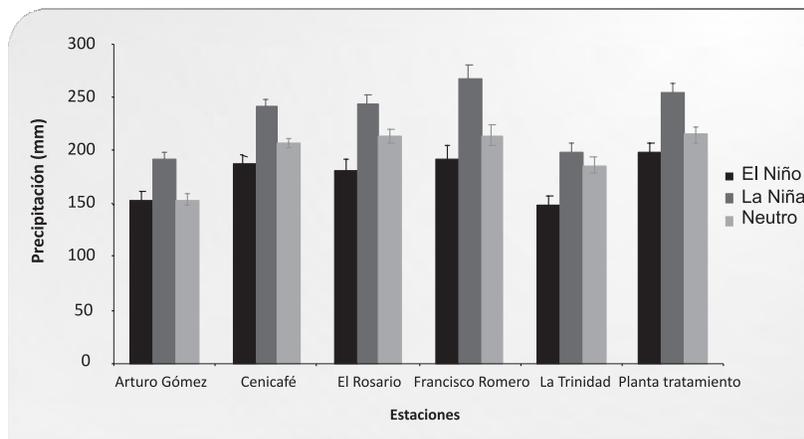
Los promedios de precipitación acumulada mensual para cada estación fluctuaron entre 18 y 198 mm para los meses del grupo El Niño, entre 191 y 266 mm para los meses del grupo La Niña y entre 154 y 214 mm para los meses del grupo Neutro (Figura 1).

En las estaciones Cenicafé, El Rosario y Planta tratamiento, el promedio de la precipitación acumulada difiere en los tres grupos. Para la estación La Trinidad, la precipitación acumulada mensual para los meses clasificados en el grupo El Niño, difiere de los grupos La Niña y Neutro (Figura 1).

Se destaca del método, que los errores relativos promedio de estimación no superan el 30% cuando se estiman hasta cuatro datos faltantes para un mismo mes, independientemente del grupo (condición de El Niño, La Niña, Neutro), y que el método propuesto tiene en cuenta las características propias de cada estación y grupo, y su estimación depende única y exclusivamente de su historia.

**Tabla 1.** Localización geográfica de las estaciones climáticas analizadas y año inicial de registro de información.

Estación	Municipio	Latitud Norte		Longitud Oeste		Altitud (metros)	Año Inicio
		°	'	°	'		
Arturo Gómez	Alcalá	40	40	75	47	1.259	1967
Cenicafé	Chinchiná	05	00	75	36	1.310	1942
El Rosario	Venecia	05	58	75	42	1.635	1967
Francisco Romero	Salazar	07	44	72	47	903	1955
La Trinidad	Piendamó	02	45	76	35	1.671	1980
Planta tratamiento	Pereira	04	48	75	40	1.487	1970



**Figura 1.**

Promedios de precipitación acumulada mensual por grupo, para cada estación meteorológica, donde se ha aplicado el método de estimación de datos faltantes de lluvia.

## II. SUELOS Y NUTRICIÓN

**Actualización del programa de interpretación de análisis de suelos y recomendación de fertilizantes y enmiendas para el cultivo de café. SUE 0317.** Esta investigación se compone de dos fases, en la primera se reunió la información necesaria que servirá de base para generar los criterios que se deben tener en cuenta para la fertilización y el enclamiento de los cafetales y en la segunda fase, se desarrollará un programa para sistematizar las recomendaciones.

En la actualidad se cuenta con las bases para soportar la primera etapa. Para lo anterior se tuvieron en cuenta aspectos como la etapa del desarrollo del cafetal (levante, producción y zoca), la densidad de la plantación y el nivel de sombrío.

Referentes a la etapa, las cantidades de fertilizantes para el crecimiento vegetativo (levante), es decir desde el momento de la siembra en el campo hasta los 18 meses, se darán en gramos por sitio o planta, mientras que para la producción se hará referencia a la dosis en  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ . Las recomendaciones se han dividido en dos partes, una correspondiente al enclamiento y la otra a la fertilización. Para cuantificar la cantidad de cal se tienen en cuenta tanto la acidez del suelo (pH) como los contenidos de calcio intercambiable ( $\text{Ca}^{2+}$ ); en este sentido, para seleccionar la fuente a emplear (cal agrícola, caliza dolomítica, roca fosfórica, entre otros) se usan como base los contenidos de magnesio y de fósforo en el suelo.

Los elementos a recomendar incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. La determinación de

la cantidad de nitrógeno se basará en el contenido de la materia orgánica del suelo, y para los demás nutrientes se empleará el análisis de sus niveles. Se han establecido rangos para cada caso (por ejemplo: bajo, medio y alto). En una recomendación se puede dejar de sugerir cualquiera de los nutrientes, menos el nitrógeno.

Los anteriores criterios fueron entregados en la Tercera Cumbre de Extensión e Investigación. Posteriormente, se realizó un curso de refuerzo por medio del programa e-learning de la Fundación Manuel Mejía.

### **Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos de la zona cafetera del departamento de Caldas. SUE 0330.**

La materia orgánica estable del suelo o humus propiamente dicho está compuesto por los ácidos húmicos (AH), los ácidos fúlvicos (AF) y las huminas. Estos compuestos varían a través del tiempo por efectos del uso del suelo (tipo de cultivo), el clima, el relieve y el material de origen del suelo. Su importancia en las áreas agrícolas tiene que ver con el mejoramiento de condiciones muy específicas del suelo en los órdenes químico, físico y morfológico. De acuerdo con la literatura, conforme se incrementa el grado de madurez o humificación de estas sustancias se dice que poseen una mayor calidad y, por lo tanto, una expresión más significativa de las características en las que influyen.

Se efectuó una caracterización de la materia orgánica consistente en cuantificar el carbono (C) de los AF, el C de los AH y su grado de humificación en suelos de la zona cafetera de Caldas, desarrollados a partir de diferente material parental con dos condiciones de uso y manejo (cafetales a libre exposición y cafetales con sombrío de

guamo – *Inga* sp.). Los resultados más sobresalientes se mencionan a continuación:

**Relación entre el C de AH y AF con algunas características químicas del suelo.** No se encontró correlación entre los contenidos totales de C de AH y AF con las propiedades químicas del suelo como P, K, Ca, Mg, Al y S (Tabla 2). Respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), de la cual este tipo de sustancias es responsable en alto grado, el coeficiente de correlación con el porcentaje de C de AF fue de 0,43.

**Grado de humificación de los AH.** En tres de las seis fincas de la unidad Guamal se detectó humus de alta calidad (tipo A); resultado que fue aún más evidente en cafetales a libre exposición solar. Lo anterior se relacionó con los mayores contenidos de arcilla (entre 39 y 41%) en esta unidad, los cuales favorecen el almacenamiento de humedad, y las altas temperaturas de la zona que contribuyen al secado del suelo. Bajo este esquema puede hablarse de una “maduración térmica” de los AH, sustentada en lo que en orografía se conoce como “Efecto Foehn” que es característico en esta región. En 13 de los 14 lotes evaluados en la unidad Chinchiná se registró humus tipo P y sólo en uno de los lotes a libre exposición solar se registró humus tipo A, e igualmente que para lo registrado en condiciones de la unidad Guamal, éste se ubicó en un área que históricamente presenta déficit hídrico entre junio y agosto. El humus hallado en las unidades Doscientos, Tablazo y Maiba fue catalogado como tipo P, tanto en café a libre exposición como con sombrío. En la unidad Cascarero hubo

presencia de humus tipos P y Rp, los cuales se asocian con los grados medio y bajo de humificación.

**Grado de humificación de los AH y su relación con algunas propiedades físicas y químicas de los suelos objeto de estudio.** El grado de humificación de los AH no definió tendencias que permitieran explicar cambios en los valores de las variables químicas contempladas en el estudio (Figura 2).

Respecto a las variables físicas, los porcentajes de arena, limo y arcilla tampoco explicaron cambios en la humificación. Si se destaca que la mayor proporción de suelos evaluados presentó valores de estabilidad estructural por encima del 90% (Figura 3).

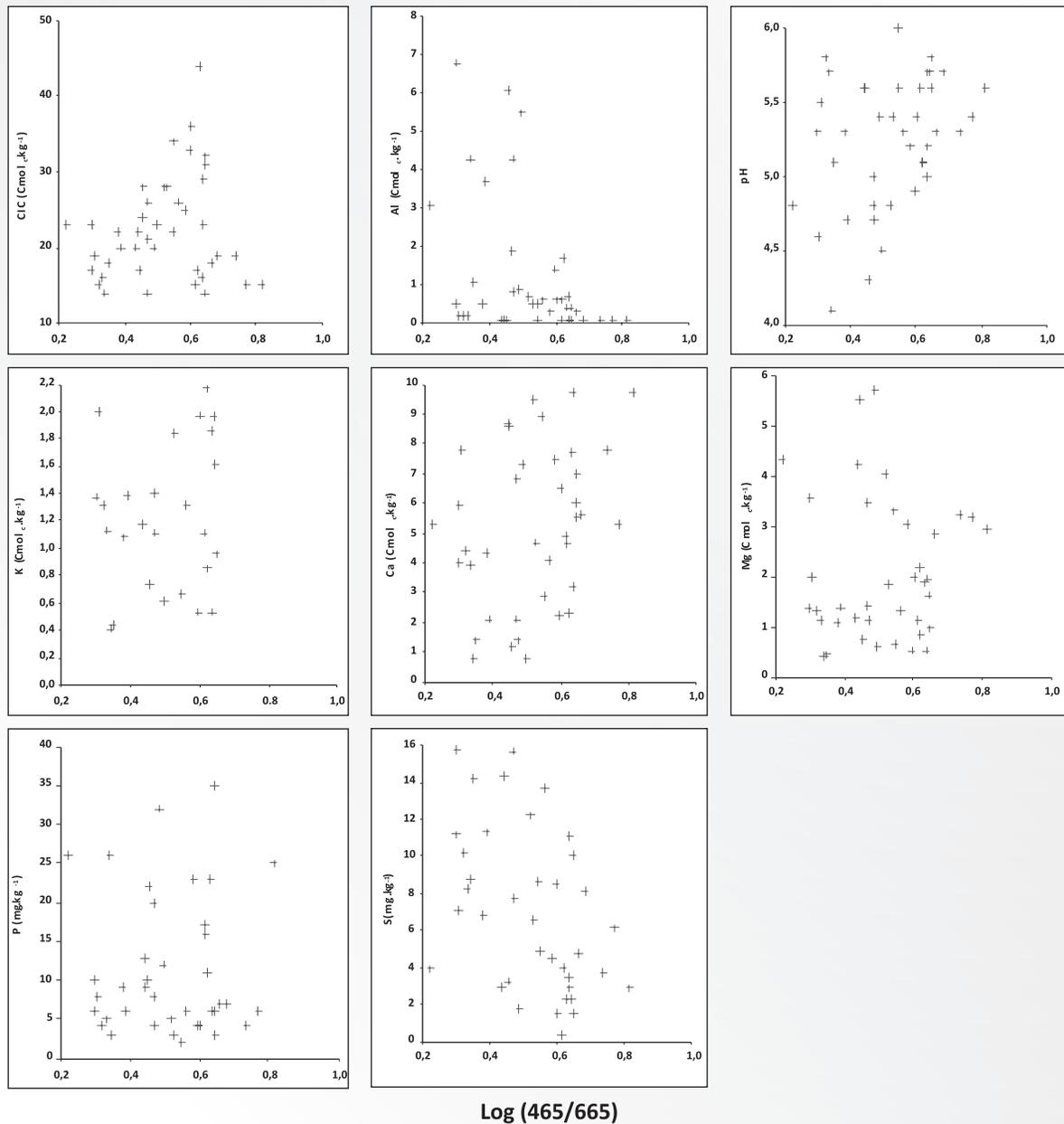
**Grado de humificación de los AH y su relación con algunas propiedades morfológicas del suelo.** Los resultados obtenidos permiten concluir que no hay un claro indicio para asignar el grado de humificación de los AH de acuerdo al color, situación que se sustenta en el hecho de que fueron observados suelos negros, pardos (oscuro, muy oscuro, grisáceo) y rojos oscuros. Esta circunstancia deja en entredicho que los suelos con colores muy oscuros (tendientes a negros) son portadores de humus de alta calidad (tipo A).

**Fertilización del café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento productivo. SUE 0507.** El desarrollo de este experimento apunta a determinar la respuesta del cultivo de café en producción, al suministro de nitrógeno (N) y de potasio (K).

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre los contenidos de C de AH, AF y las variables químicas evaluadas.

	AH	AF	P	K	Ca	Mg	S	Al
AH								
AF	0,096							
P	-0,154	-0,068						
K	-0,144	-0,030	0,211					
Ca	-0,179	-0,347*	0,400*	0,354*				
Mg	-0,203	-0,339*	0,119	0,509*	0,759*			
S	-0,092	-0,065	-0,159	-0,008	-0,346*	-0,204		
Al	0,030	0,027	0,004	-0,137	-0,489*	-0,237	0,509*	
CIC	0,062	0,427*	-0,152	0,122	-0,141	-0,113	-0,044	0,041

\* Significativo al 5%



**Figura 2.** Variaciones de algunas características químicas en función del grado de humificación de los AH.

Producción de café cereza. El experimento estuvo instalado en la Subestación El Tambo (Cauca), en donde el desarrollo de las plantaciones tiende a ser más lento como consecuencia de menores temperaturas, aumentando así el período del ciclo productivo. En esta localidad, para el quinto año de evaluación hubo efecto de la interacción entre N y K (Figura 4), lo cual sugiere

que el efecto del N está condicionado al suministro de potasio y viceversa; en este sentido las mayores producciones se obtuvieron con dosis altas de N y medias de K.

**Propiedades químicas del suelo.** Los contenidos de K se incrementaron por las adiciones de este elemento (Figura

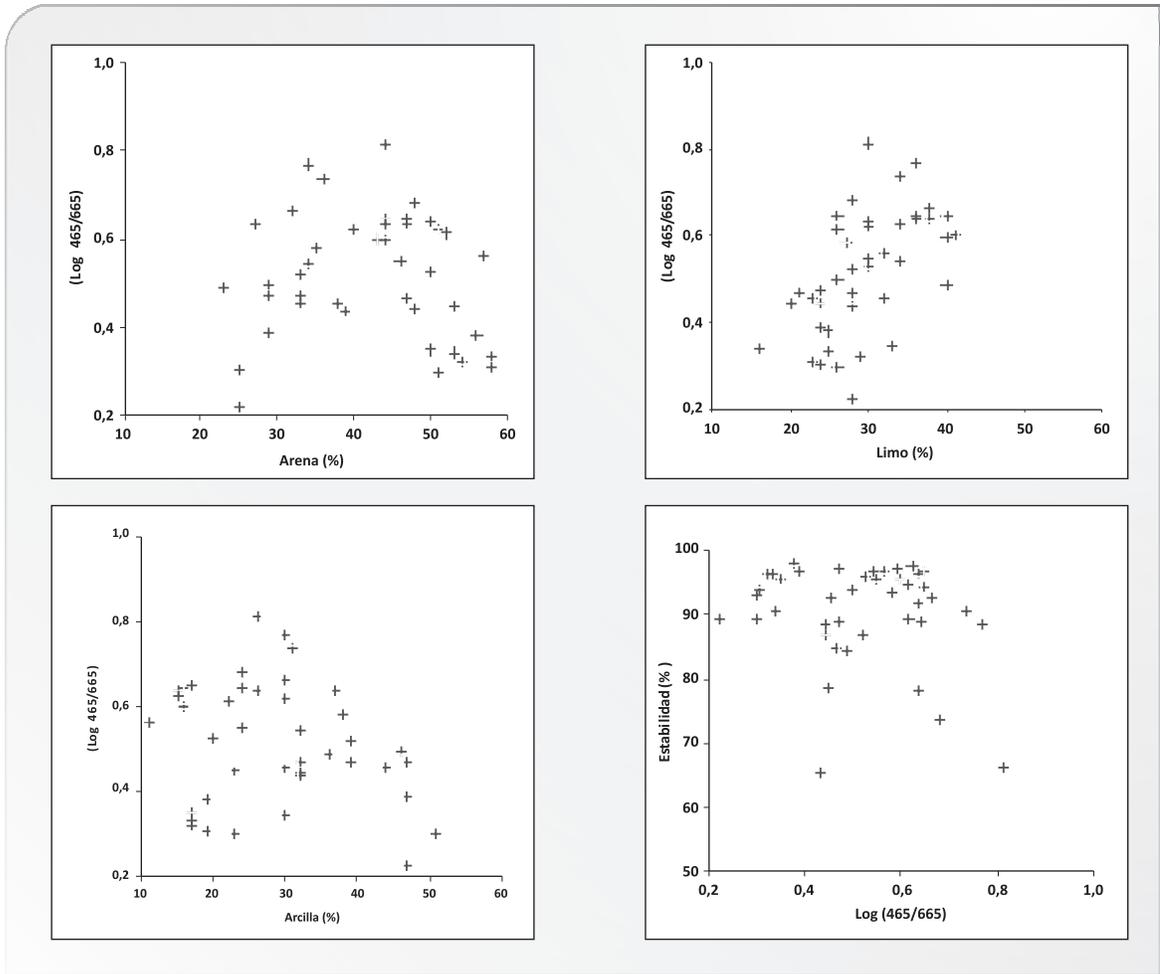


Figura 3. Variaciones de algunas características físicas en función del grado de humificación de los AH.

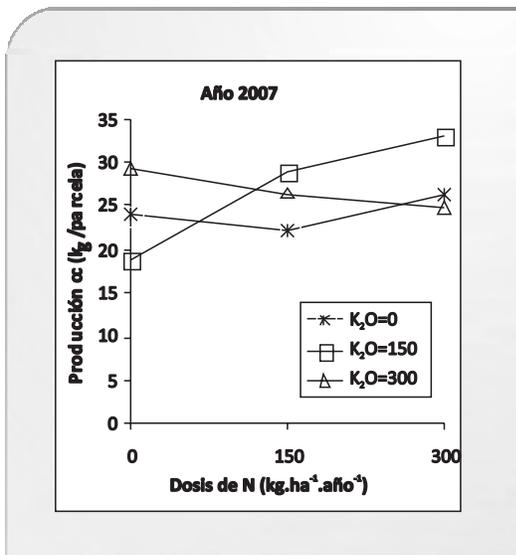


Figura 4. Efecto de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre la producción de café cereza (cc) en la Subestación El Tambo para el año 2007.

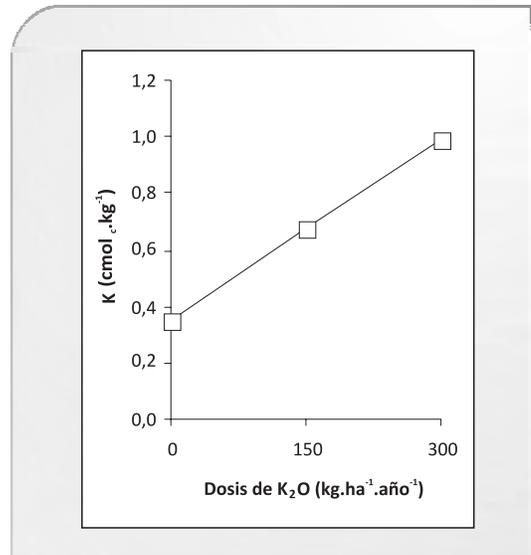


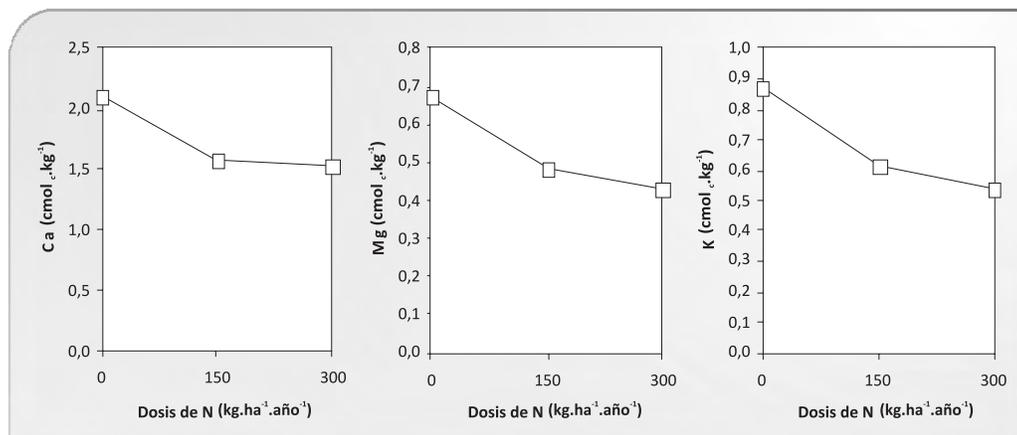
Figura 5. Efecto de la aplicación de K sobre su contenido en el suelo de la Subestación El Tambo (Cauca).

5). Se resalta en este caso que el comportamiento del incremento fue lineal. En contraposición, el contenido de este elemento, junto con los de calcio (Ca) y magnesio (Mg), se redujeron conforme al aumento de las dosis de N (Figura 6).

**Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo. SUE 0520.** El objetivo es determinar el momento oportuno de realizar la fertilización antes y después del zoqueo del cafetal. Para este período se registró el primer año de cosecha después del zoqueo, obtenido desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2008, en la Estación Central Naranjal y en la Subestación Paraguicito, y desde abril de 2008 hasta septiembre de 2008 en la Subestación Líbano. Por medio de análisis de varianza y prueba de contrastes al 10% se analizó el efecto de la fertilización un año antes y un año después del zoqueo sobre la producción en las tres localidades.

En Naranjal y Paraguicito no hubo efecto de la fertilización antes del zoqueo sobre la producción obtenida después de haber realizado esta labor (Tabla 3). En Líbano se observó un efecto negativo en la producción, como consecuencia de no fertilizar antes del zoqueo. En Líbano y Naranjal, los primeros registros de cosecha no evidencian efecto de la fertilización después del zoqueo (Tabla 4), como sí se observa en la Subestación Paraguicito, este efecto puede deberse a la alta demanda de nitrógeno en este sitio.

**Fertilización con zinc en el cultivo de café. SUE 0533.** Se evaluó el efecto de la fertilización con zinc (Zn) aplicado en forma edáfica y foliar (Tabla 5), sobre el contenido foliar de nutrientes en la Subestación El Rosario y La Concentración Jorge Villamil en Gigante (Huila) (Figura 7). El muestreo foliar se realizó para algunas parcelas 18 meses después de la siembra y un día antes de realizar la cuarta aplicación de los tratamientos.



**Figura 6.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los contenidos de las bases intercambiables en suelos de la Subestación El Tambo (Cauca).

**Tabla 3.** Efecto de la fertilización antes del zoqueo sobre la producción de café cereza (kg/parcela) obtenida en la primera cosecha.

Época fertilización antes del zoqueo	Subestación Líbano	Estación Central Naranjal	Subestación Paraguicito
Grupo 1	17,3 B*	17,4 A	22,4 A
Grupo 2	20,4 A	19,4 A	23,6 A
Grupo 3	22,0 A	17,9 A	24,1 A

1) Grupo sin fertilización antes del zoqueo, 2) Grupo con fertilización 10 meses antes del zoqueo, 3) Grupo con fertilización 10 y 4 meses antes del zoqueo.

\*Promedios con letras distintas presentan diferencia estadística según prueba de Duncan al 10%.

**Tabla 4.** Efecto de la fertilización después del zoqueo sobre la producción de café cereza (kg/parcela) obtenida en la primera cosecha.

Época fertilización después del zoqueo	Subestación Líbano	Estación Central Naranjal	Subestación Paraguaicito
Grupo con fertilización 3, 6 y 12 mdz	19,6	17,7	21,7 *
Grupo con fertilización 6 y 12 mdz	16,9	17,5	26,3 *
Grupo con fertilización 12 mdz	17,3	19,0	25,3 *
Grupo con fertilización 18 mdz	15,5	15,5	16,3

mdz: Meses después del zoqueo.

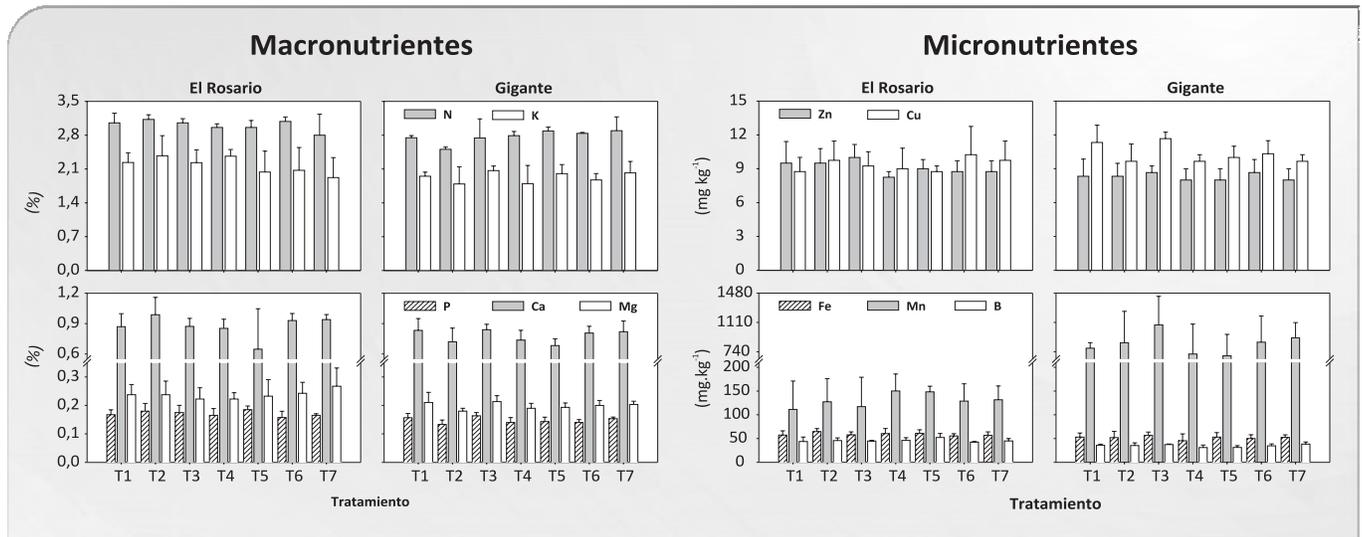
\* Promedios diferentes al grupo de fertilización 18 mdz (prueba t al 10%)

No hubo efecto de los tratamientos sobre los contenidos foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, en ninguna de las localidades.

**Tabla 5.** Descripción de los tratamientos de la fertilización con Zinc (Zn).

Tratamiento	Modo de aplicación	Fuente	Dosis Zn	Dosis fuente (kg.ha <sup>-1</sup> )
T1	Suelo	ZnO	5 kg.ha <sup>-1</sup>	12
T2	Suelo	ZnO	10 kg.ha <sup>-1</sup>	24
T3	Suelo	ZnO	20 kg.ha <sup>-1</sup>	48
T4	Foliar	Quelato Zn	0,025%	0,5*
T5	Foliar	Quelato Zn	0,050%	1,0*
T6	Foliar	Quelato Zn	0,100%	2,0*
T7	Testigo	-	0	0

\* Para una densidad de 10.000 tallos/ha y un volumen de aplicación de 0,2 L/árbol/año



**Figura 7.** Contenidos foliares de macro y micronutrientes en función de los tratamientos con Zn para las dos localidades.

**Efecto de la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre la producción del café. SUE 0536.** Con el fin de determinar el efecto de aplicación combinada de la fertilización química y orgánica sobre el crecimiento y la producción del cultivo del café, se continuó la ejecución del experimento en cuatro localidades: Estación Central Naranjal, Subestación Paraguaicito, Subestación Santander y Concentración Jorge Villamil en Gigante (Huila). Un año después de la siembra en Gigante, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la altura y número de cruces de las plantas (Tabla 6). La fertilización orgánica al 100%, causó los valores más bajos de altura y número de cruces de las plantas, lo cual corrobora el estado de las plantas en el campo, donde se observó una clorosis generalizada en las parcelas correspondientes a este tratamiento. Los tratamientos evaluados, con excepción del testigo relativo (fertilización orgánica 100%), no

presentaron diferencias estadísticas con relación al tratamiento testigo (fertilización química 100%) en altura y número de cruces. El tratamiento con 75% de la fertilización química y aplicación fraccionada de 250 g de lombricompuesto presentó los valores más altos de altura, y mostró diferencias con los tratamientos que incluyeron un 50% de la fertilización química y al testigo relativo.

**Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción. SUE 0538.** Adicional a la fertilización edáfica, se está evaluando el efecto de la aplicación foliar de N, P, K, Ca, Mg y B en forma individual y combinada (Tabla 7), sobre la producción, la calidad física y el estado nutricional del café, en la Estación Central Naranjal, las Subestaciones Experimentales La Catalina y Paraguaicito y la finca Villa Arcadia en Líbano (Tolima).

**Tabla 6.** Efecto de los tratamientos sobre los promedios de la altura y el número de cruces de la planta de café en Gigante (Huila).

	Tratamientos	Altura (cm)		Cruces (No.)	
1	F. química (100%) + F. orgánica (250 g /planta/año)	66,9 ab <sup>1</sup>	*	9,1 ab	*
2	F. química (100%) + F. orgánica (125 g /planta/año)	63,9 ab	*	8,9 ab	*
3	F. química (75%) + F. orgánica (250 g /planta/año)	62,6 ab		8,5 ab	*
4	F. química (75%) + F. orgánica (125 g /planta/año)	66,8 ab	*	9,2 ab	*
5	F. química (50%) + F. orgánica (250 g /planta/año)	57,6 b		8,0 ab	
6	F. química (50%) + F. orgánica (125 g /planta/año)	58,7 b		8,0 ab	
7	F. química (75%) + F. orgánica (250 g /planta/año) (fraccionado)	70,4 a	*	9,7 a	*
8	F. química (75%) + F. orgánica (125 g /planta/año) (fraccionado)	66,6 ab	*	9,8 a	*
9	F. química (75%)	67,5 ab	*	9,3 a	*
10	F. química (50%)	57,9 b		7,0 b	
11	F. química 100% (Testigo)	64,2	*	8,2	
12	F. orgánica (100%) (Testigo relativo)	53,7	+	6,3	

<sup>1</sup> Promedios con letras distintas presentan diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%

+ Promedios diferentes estadísticamente con el tratamiento testigo (11) según la prueba Dunnett al 5%

\* Promedios diferentes estadísticamente con el tratamiento testigo relativo (12) según la prueba Dunnett al 5%

Tabla 7. Descripción de los tratamientos aplicados

Tratamiento	Elementos	Fuentes	Contenido elementos en la fuente (%)	Concentración de las fuentes (%)
T1	N	Urea	46 (N)	1
T2	P, N	MAP	61 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 12(N)	1
T3	K	KCl	60 (K <sub>2</sub> O)	0,25
T4	Ca	Quelato de Ca	9 (CaO)	0,25
T5	Mg	Quelato de Mg	7 (MgO)	0,25
T6	B	Boro soluble	21 (B)	0,3
T7	K, N	Nitrato de K	44 (K <sub>2</sub> O) 13(N)	4
T8	Ca, N	Nitrato de Ca	28 (CaO) 15,5 (N)	1
T9	Ca, B	Quelato de Ca + Boro soluble	9 (CaO) + 21(B)	0,25 + 0,3
T10	N, P, K	Urea + MAP + KCl	46(N) + 61(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) + 60(K <sub>2</sub> O)	1 + 1 + 0,25
T11	TESTIGO DRIS		Fertilización edáfica basada en DRIS*	
T12	TESTIGO RELATIVO		Fertilización edáfica basada en análisis de suelos	

\* Sistema integrado de diagnóstico y recomendación, utilizado para la interpretación de análisis foliares.

Las aplicaciones se realizan semestralmente a los 60 y 90 días después del pico de floración de cada cosecha del año. Los siguientes resultados corresponden a la producción obtenida durante el 2007, el factor de rendimiento en trilla (FRT) y el análisis foliar, medidos durante la cosecha principal del mismo año.

Con relación a la variable producción (Figura 8) no hubo efecto de la aplicación foliar de N, P, K, Ca, Mg y B, en forma individual o combinada, en las cuatro localidades. La fertilización foliar tampoco afectó la calidad física del café en términos del FRT (Figura 9).

Para los contenidos foliares de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn y B, evaluados antes de la cosecha principal (Figuras 10 y 11), se registró el efecto de algunos tratamientos pero sin guardar relación directa con el o los nutrientes aplicados, así: Ca y Zn en La Catalina, K, Mn y B en Líbano, K, Mg y B en Naranjal, y K y Ca en Paraguaicito.

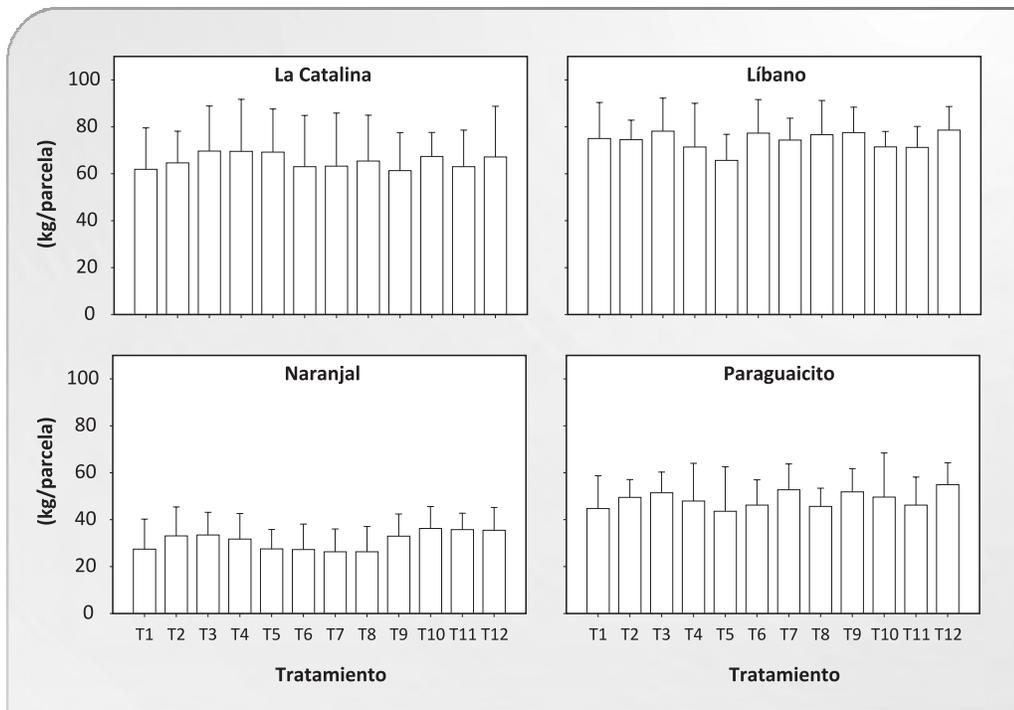
Al excluir el K de los planes de fertilización edáfica en el testigo DRIS (T11), se redujeron sus contenidos foliares con respecto a la mayoría de los tratamientos en Líbano y Naranjal, relacionado con la cantidad de K requerida para el desarrollo del fruto y su alta movilización desde

las hojas. En Naranjal el efecto estuvo asociado en mayor medida a los bajos contenidos de K en sus suelos (unidad Chinchiná).

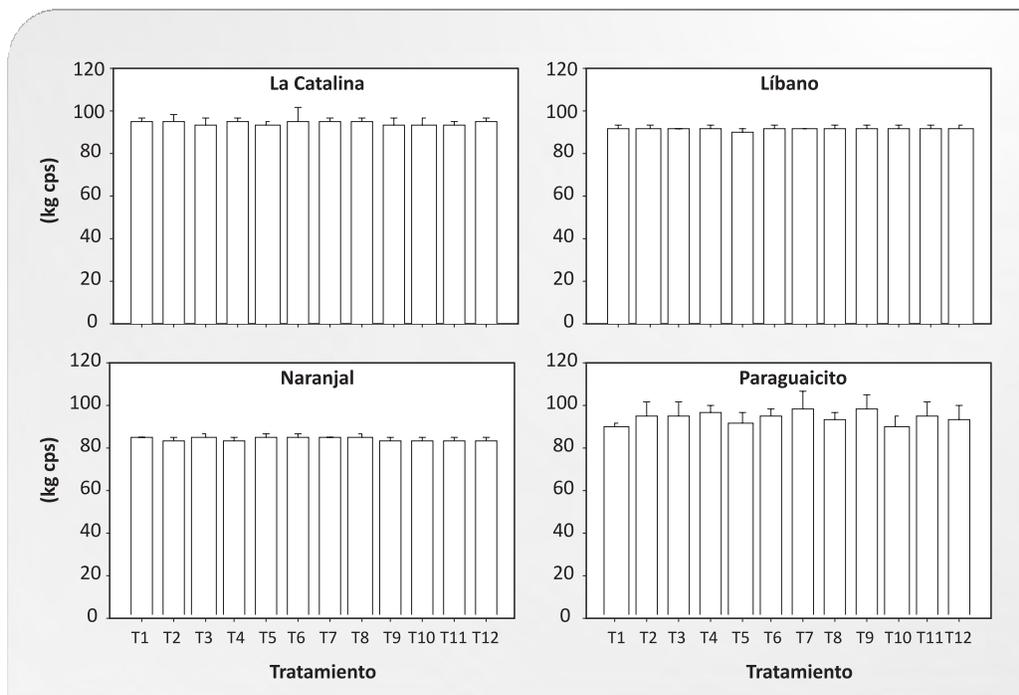
Las aplicaciones foliar o edáfica de B en los tratamientos 6, 9 y 11, aumentaron su contenido en las hojas, especialmente en Líbano; respuesta que se asoció con la poca movilidad del B y su distribución homogénea en las hojas por la formación de complejos con polisacáridos, al tiempo que la ligera reducción del tenor de N en el T11, pudo contribuir a resaltar este efecto, pues se menciona que el N ocasiona antagonismo sobre el B.

En Naranjal, la aplicación edáfica de Mg en el T11 aumentó su contenido foliar respecto a los demás tratamientos; en Paraguaicito también para el T11, se encontraron los mayores tenores de K y los menores contenidos de Ca con respecto otros tratamientos, entre ellos el T12, asociado a los mismos efectos sinérgicos y antagonistas de los nutrientes en las plantas.

En relación con los índices DRIS para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y B calculados a partir de los análisis foliares mediante el sistema DRIS (Figura 12), los nutrientes más deficientes o con valores más negativos en todos



**Figura 8.** Producción acumulada de café cereza (kg/parcela) por tratamiento, en las cuatro localidades evaluadas.

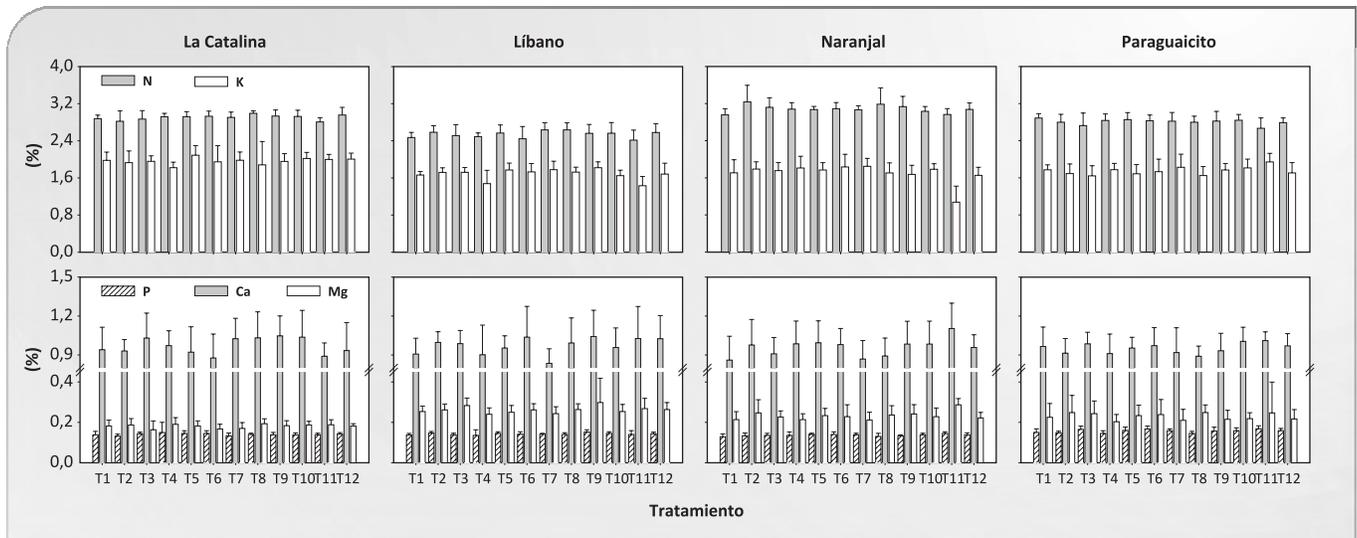


**Figura 9.** Factor de rendimiento en trilla (kg de c.p.s.) por tratamiento en las cuatro localidades.

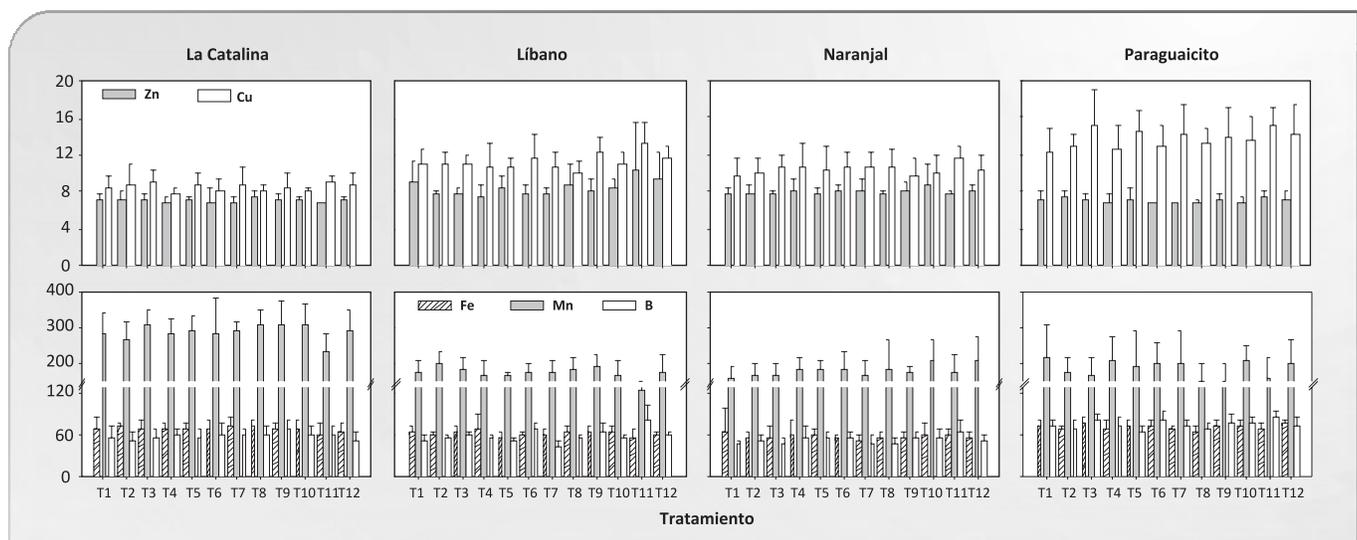
los tratamientos y en las cuatro localidades fueron Mg y Fe, y en una menor proporción P y K. Aunque tampoco se registraron efectos directos de la aplicación de algún nutriente sobre su correspondiente índice, sí se registró un efecto significativo de los tratamientos

sobre los índices de Ca en La Catalina, Mn y B en Líbano, K y Mg en Naranjal y Ca y Fe en Paraguacito.

En Líbano, el testigo DRIS (T11) presentó mayores índices de B a los registrados en otros tratamientos y también



**Figura 10.** Contenido foliar de macronutrientes (%) por tratamiento, antes de la cosecha principal de 2007.

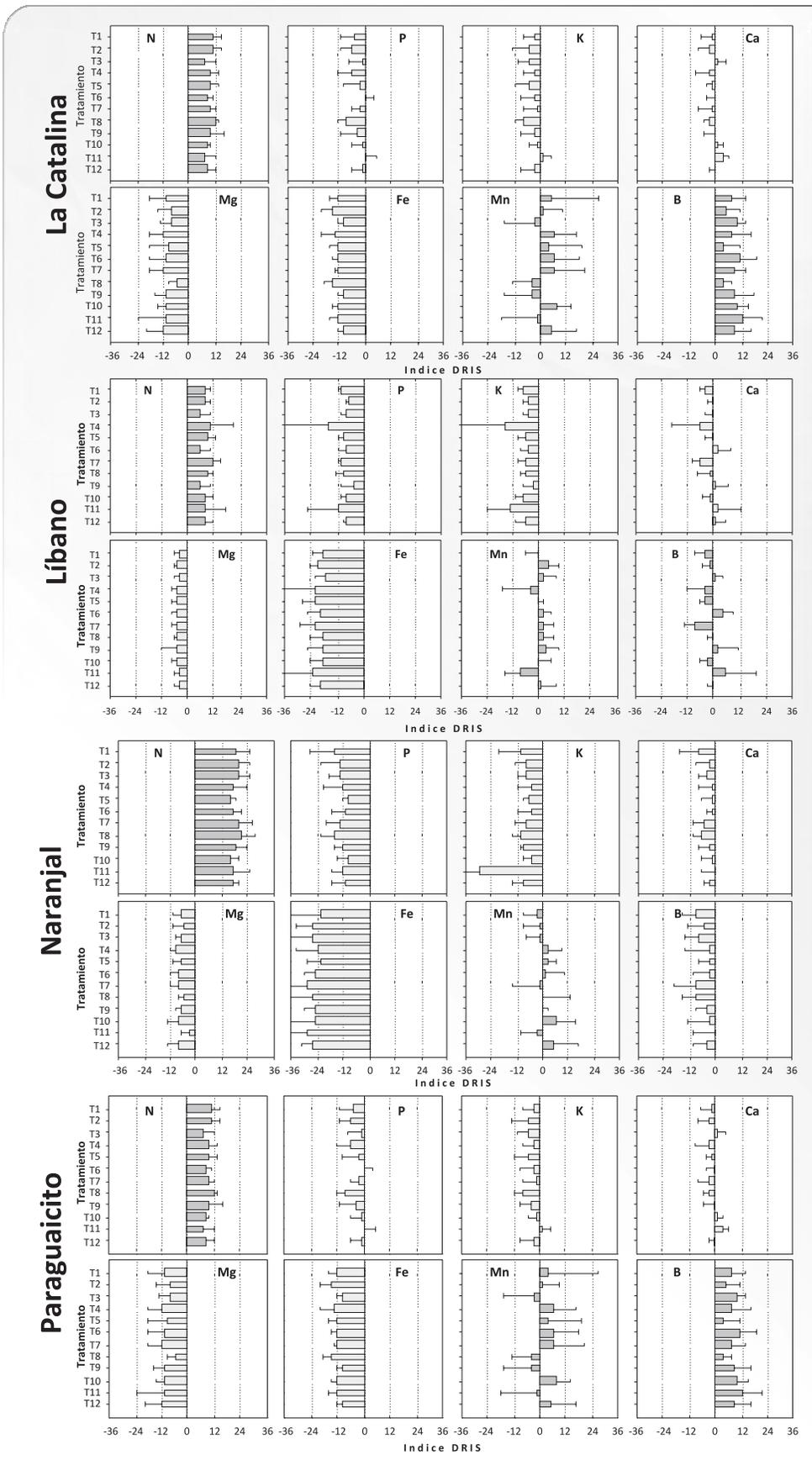


**Figura 11.** Contenido foliar de micronutrientes ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) por tratamiento, antes de la cosecha principal de 2007.

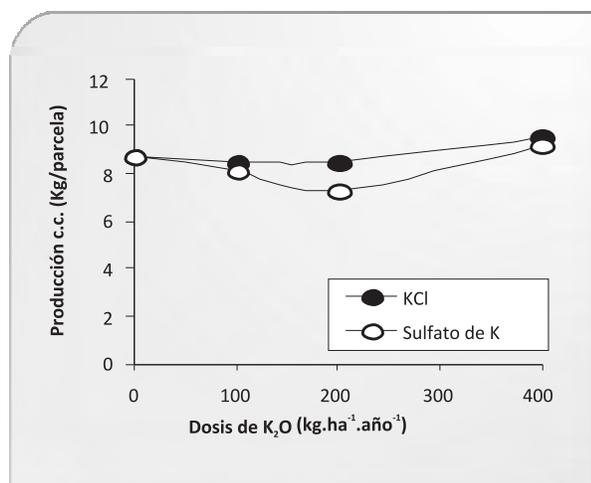
corroboró la respuesta del cultivo a este nutriente. Así mismo, en Naranjal sin la aplicación de K, en el T11, se obtuvo un índice de K menor a los demás tratamientos, mientras que la fertilización con Mg en este testigo, dio lugar a los mayores índices de Mg, lo cual evidenció una respuesta positiva del cultivo a este nutriente en forma de  $\text{MgO}$ .

**Efecto de fuentes y dosis de potasio sobre la producción y calidad del café. SUE 0540.** El objetivo de este trabajo consiste en valorar el efecto de fuentes y dosis de potasio (K) sobre la producción y calidad de café. Para su desarrollo se cuenta con la cofinanciación de la

empresa alemana SOPIB. El experimento se encuentra establecido en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Paraguaicito y Líbano. Se están evaluando siete tratamientos, resultantes de la combinación de cuatro dosis de K (0, 100, 200 y 400  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), y dos fuentes (cloruro con 60% de  $\text{K}_2\text{O}$  y sulfato con 50% de  $\text{K}_2\text{O}$ ). Para este período se cuenta con la información sobre la producción en la Estación Central Naranjal, en cuyo caso no hubo respuesta a la aplicación de los tratamientos (Figura 13). Este comportamiento puede deberse a los altos niveles iniciales de K y de azufre (S) en el lote seleccionado (0,4  $\text{cmol}_{(+)}.\text{kg}^{-1}$  y 13  $\text{mg.kg}^{-1}$ , respectivamente).



**Figura 12.** Índices DRIS de N, K, Ca, Mg, Fe, Mn y B por cada tratamiento, para las cuatro localidades evaluadas.



**Figura 13.** Efecto de dosis y fuentes de potasio en la Estación Central Naranjal durante el 2007.

**Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café después de la zoca. SUE 0546.** Mediante el desarrollo de esta investigación, la cual es cofinanciada por las empresas Kali Und Salz y Monómeros Colombo-Venezolanos, se evalúa el efecto del magnesio (Mg) y el azufre (S) en la producción y

la calidad del café después de la zoca. El experimento se encuentra instalado en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones La Catalina y Santander. Los lotes corresponden a zocas de café que durante los últimos cuatro años antes de su renovación, recibieron los mismos tratamientos, es decir que existe un efecto residual de éstos.

Se evalúan 11 tratamientos (Tabla 8), así: un testigo sin Mg ni S, tres dosis de S, aplicadas como sulfato de amonio – SAM, tres dosis de Mg en combinación con S en forma de kieserita, tres dosis de Mg suministrados como óxido (Ttos 8, 9 y 10), y el fertilizante 17-6-18-2 (Tto 11). Durante esta vigencia se aplicaron los tratamientos en los lotes de Naranjal y La Catalina.

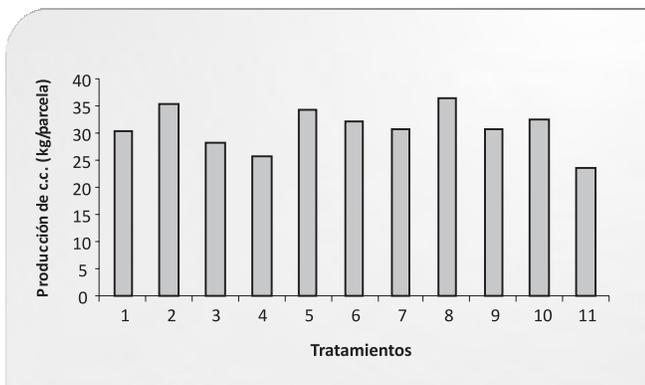
**Producción de café cereza.** Durante la cosecha del año 2007 no hubo efecto de los tratamientos en la producción de café cereza (Figuras 14 y 15). Se resalta la alta variabilidad de los datos.

**Efecto sobre las propiedades del suelo.** En las tres localidades las muestras de suelo se tomaron en el segundo semestre de 2007 (agosto y septiembre), período en el cual todavía no se habían aplicado los

**Tabla 8.** Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento

Tto	Fertilización básica	MgO	S	Kieserita	Óxido de Mg	Sulfato de amonio	17-6-18-2
		(kg.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )					
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

\* Sistema integrado de diagnóstico y recomendación, utilizado para la interpretación de análisis foliares.



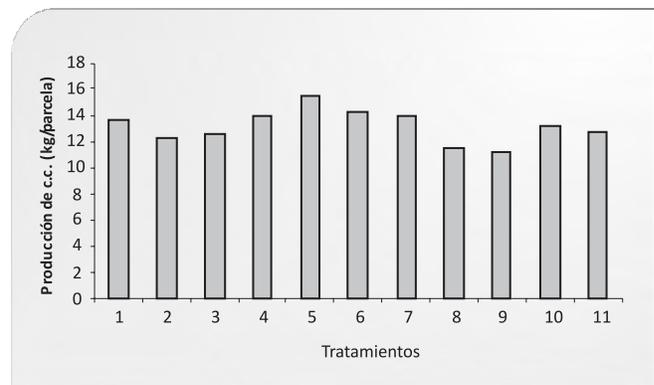
**Figura 14.** Promedios de producción de café cereza (c.c.) obtenido en la E.C. Naranjal, durante el año 2007.

tratamientos en La Catalina ni en Santander. En Naranjal se realizó la aplicación de los tratamientos por primera vez en el primer semestre del año.

En la Figura 16 se presentan los promedios para el pH y los contenidos de Ca, Mg y S. Se registraron menores contenidos de Ca y de Mg en Naranjal que las otras dos Subestaciones; situación que se considera “normal” para esta localidad. No se presentan diferencias marcadas en los niveles de S, por lo que sólo se puede comentar que los contenidos de este elemento son ligeramente más bajos en La Catalina.

En general, se detecta una ligera acidificación del suelo por el uso de SAM y un incremento de los valores del pH por la aplicación de óxido de Mg. Este resultado puede relacionarse con el efecto residual del primer ciclo de las plantaciones. Los contenidos de Mg fueron mayores en los tratamientos que han recibido aportes vía fertilización, especialmente como óxido, cuya residualidad es más alta. También se registraron incrementos en S, como consecuencia de su aplicación.

**Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio intercambiables en suelos de la zona cafetera colombiana sobre su disponibilidad para el café (*Coffea arabica*). SUE 0547.** La realización de esta investigación va dirigida a la generación de conocimiento acerca del efecto de los cambios en las relaciones de Ca, Mg y K intercambiables sobre el crecimiento del café en la etapa de almácigo. Se plantean dos fases, en la primera se evaluará, mediante técnicas de intercambio, la selectividad de estos elementos en 12 unidades de suelos de la región cafetera, contrastantes en su origen y fertilidad. Los resultados obtenidos permitirán conocer en qué medida será posible modificar las relaciones



**Figura 15.** Promedios de producción de café cereza (c.c.) obtenido en la Subestación La Catalina durante el año 2007.

entre estas bases intercambiables en los diferentes suelos dedicados al café en el país. En la segunda fase, se seleccionarán 3 de los 12 suelos para determinar en ellos el efecto de las variaciones de Ca, Mg y K en la fase intercambiable y en la solución del suelo sobre la nutrición y el crecimiento de café en la etapa de almácigo.

Se ha dado inicio a la primera fase, para ello se recolectaron las muestras de suelo y se han sometido al análisis respectivo.

**Eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno en diferentes genotipos de *Coffea* sp. FIS 1010.** Se busca contribuir al conocimiento de la nutrición del café que conduzca a la obtención de genotipos más eficientes en el uso del nitrógeno. Para ello, se evaluaron 12 genotipos de *Coffea* sp. para determinar la eficiencia en la utilización del nitrógeno (NUE), por medio de la toma o absorción del nitrógeno (NUpE), midiendo las variables longitud de la raíz, volumen de la raíz, área de exploración de la raíz. Además, se determinó la eficiencia en la conversión del nitrógeno (NUtE), midiendo las enzimas que participan en el metabolismo del nitrógeno: Nitrato Reductasa (NR) y Glutamina Sintetasa (GS), tanto en hojas y raíces; de igual forma se midió el contenido de clorofila total, proteína soluble y contenido de nitrógeno. Se evaluaron dos tratamientos: el primero sin nitrógeno y el segundo, con adición exógena de nitrógeno.

Los resultados muestran que las variables asociadas con la morfología de la raíz permiten diferenciar genotipos por su NUpE, en etapas tempranas del crecimiento y se relacionan con la eficiencia en el uso del nitrógeno. La longitud total de la raíz presentó diferencias significativas entre genotipos y las variables volumen y exploración

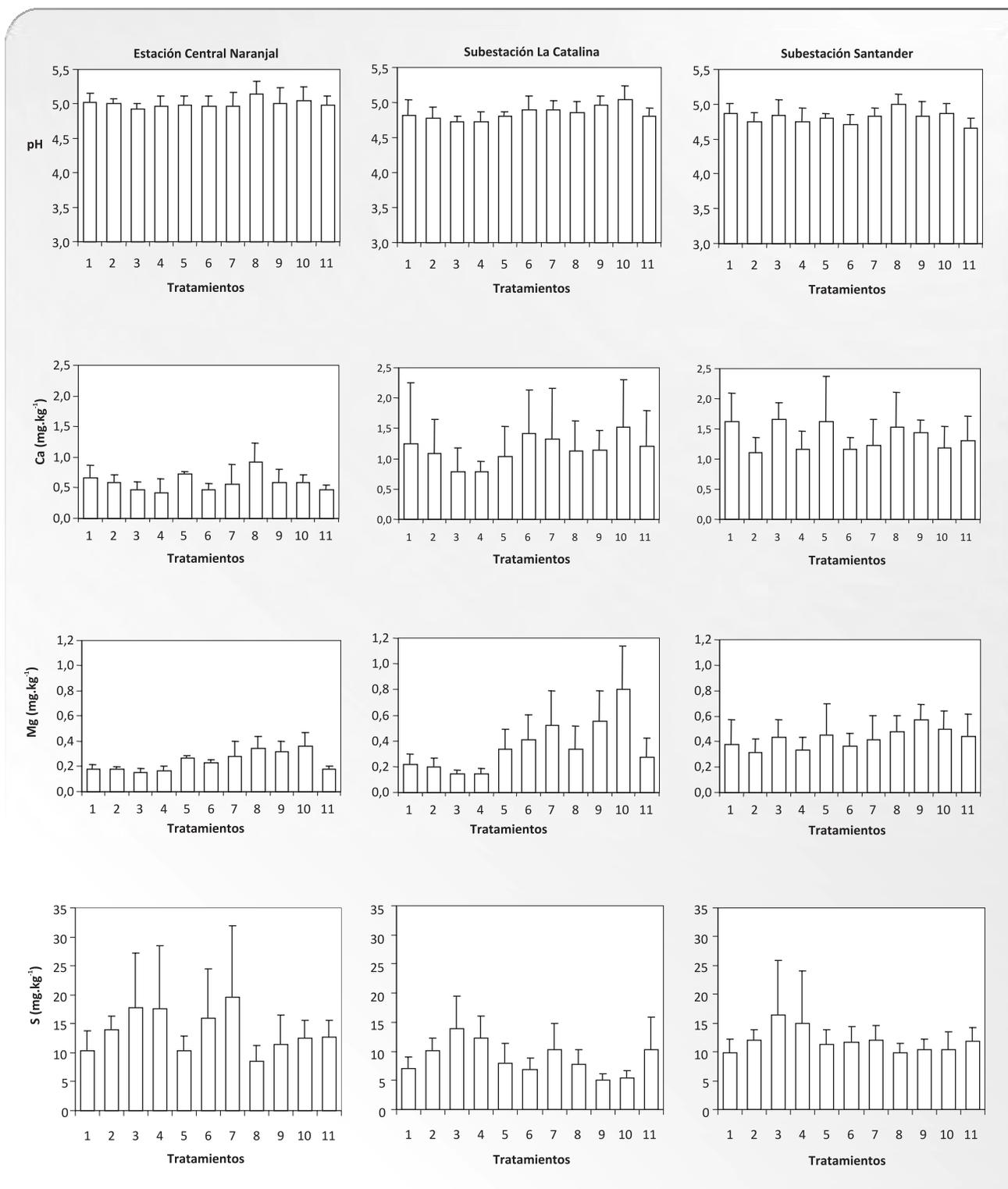


Figura 16. Efecto de los tratamientos sobre el pH y los contenidos de Ca, Mg y S.

de la raíz mostraron diferencias entre tratamientos, con mayores valores para el tratamiento sin nitrógeno.

Se logró determinar que el peso y el volumen de la raíz se encuentran altamente correlacionados  $R^2=0,995$  y entre las variables volumen y longitud de raíz mostró que coeficientes de correlación del 75% de la variación en la longitud es explicado por el volumen de la raíz en ambos tratamientos (Figura 17).

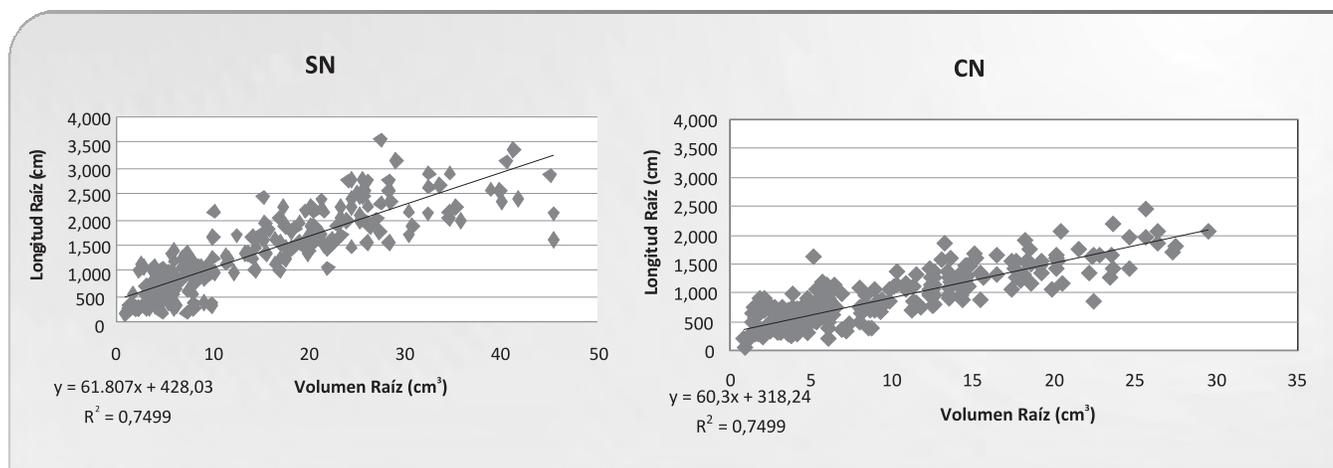
La actividad de las enzimas estudiadas relacionadas con el metabolismo del nitrógeno, presentan su mayor actividad en las hojas, lo cual confirma los resultados encontrados en otros estudios para el café. La actividad de la enzima NR presentó valores diferenciales entre genotipos, permitiendo su discriminación, en tanto que la actividad de la GS fue similar en los genotipos estudiados. Los resultados muestran cómo la producción de biomasa radical fue disminuyendo a medida que se incrementó la dosis de N.

Al evaluar la eficiencia en el uso del nitrógeno hay que considerar dos componentes, la eficiencia en la absorción y en la utilización; la primera corresponde a la relación entre nitrógeno total/aporte de nitrógeno, y la segunda, a la relación peso seco/nitrógeno total. En el trabajo se encontró una relación altamente significativa entre las variables peso seco total y N total con todos los genotipos para el tratamiento SN ( $R^2=0,792$ ) y para el tratamiento CN ( $R^2=0,821$ ).

**Productividad del café y su relación con la eficiencia en el uso del nitrógeno. FIS 1011.** Se estudia la eficiencia en el uso del nitrógeno (producto de la eficiencia en la absorción del nitrógeno: nitrógeno de la planta/nitrógeno disponible en el suelo y la eficiencia en la utilización del nitrógeno: biomasa de la planta/nitrógeno de la planta) de varios genotipos de café. Para tal efecto, se estableció un experimento en una 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.

Hasta el momento, los resultados del estudio de la productividad del café 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 promedios 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 (sólo el aportado por el suelo) fueron significativamente superiores a los de aquellas que crecieron con el nitrógeno aportado por el suelo más un aporte exógeno de este elemento. Al final del experimento la EUN, EABN y la EUTN, se relacionaron de manera inversa con



**Figura 17.** Relación entre la longitud de la raíz y el volumen de la raíz, para dos tratamientos, sin nitrógeno (SN) y con nitrógeno (CN).

el contenido de proteína foliar, área foliar y contenido de nitrógeno de la planta (Figura 18).

Al comparar la EABN, en la EUTN y en la EUN entre progenies, para el experimento en casa de mallas, solamente se observaron diferencias temporales en la EUTN (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.

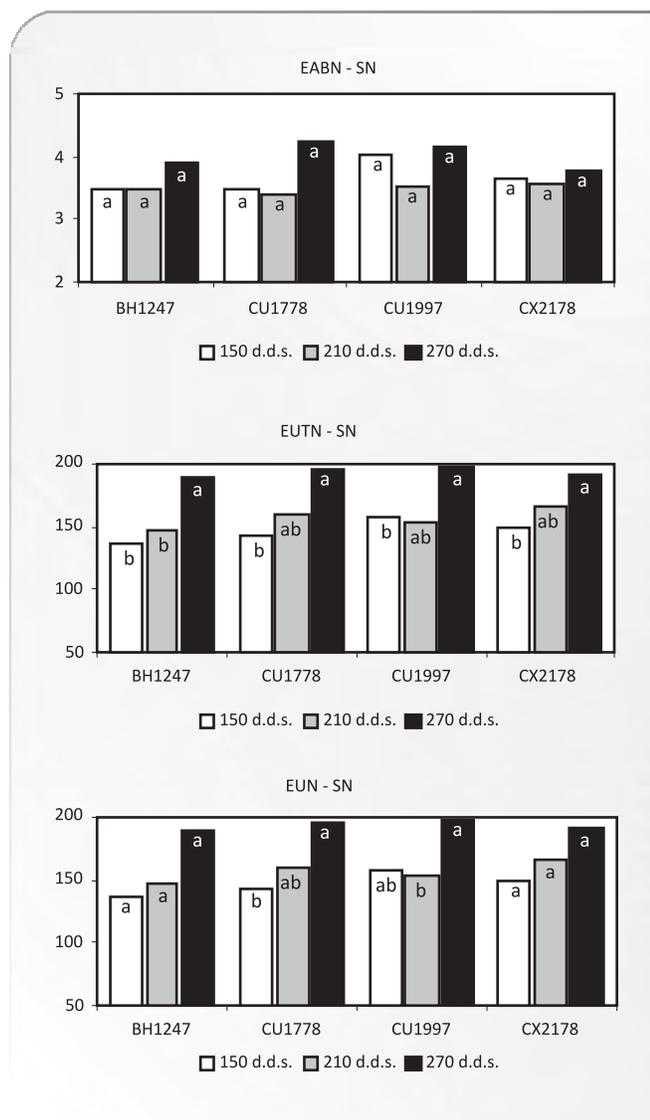
Bajo el tratamiento sin aporte exógeno de nitrógeno a los 270 días después de la siembra se registraron diferencias significativas en la longitud del tallo entre progenies (mayor en la progenie CU1997 con relación al de las progenies BH1247 y CU1778). En el tratamiento con aporte exógeno de nitrógeno al final del experimento se encontraron variaciones significativas en la longitud del tallo, ésta fue 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 evalúan 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 observan cambios significativos en las variables evaluadas cuando éstas se comparan entre progenies, tanto en el tratamiento extracción de la planta como en el tratamiento Cenicafé x 2. En el tratamiento Cenicafé es donde se presenta la mayor variabilidad entre progenies, con diferencias en el área foliar, pesos de la raíz, del tallo, de las hojas y de la planta. Para el tratamiento aporte de nitrógeno del suelo solo se registran diferencias en el peso seco del tallo entre progenies.

**Servicio de análisis material vegetal y bromatológico. SUE 0611 y SUE 0609.** Durante el período se recibieron



**Figura 18.** 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. N 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%).

87 solicitudes para análisis foliares y bromatológicos, y se realizaron 9.681 determinaciones, correspondientes a 1.932 muestras. El 60,04% de las muestras fueron de los de experimentos de la Disciplina de Fisiología, seguida de Suelos y Calidad y Manejo Ambiental con 31,99% y 0,47%, respectivamente. Las muestras traídas por particulares correspondieron al 7,51% del total de las muestra analizadas.

Las muestras foliares entregadas por particulares al laboratorio para el respectivo análisis, corresponden a cultivos de cítricos, guanábana, macadamia, guayaba, aguacate, pino, eucalipto, plátano, lulo, piña, fríjol, caucho, café y tomate. Para el análisis bromatológico se recibieron muestras de pastos: kikuyo, maralfalfa, estrella y brachiaria.

El 70,22% de la determinaciones fueron solicitadas por la Disciplina de Suelos, seguida de Fisiología y Calidad y Manejo Ambiental (11,98% y 1,02%, respectivamente).

Adicionalmente, se evaluaron las siguientes propiedades para 14 unidades de suelos de la zona cafetera (2.976 determinaciones), como apoyo a los experimentos de la Disciplina de Suelos: pH (potenciométrico), conductividad eléctrica (conductimétrico) K, Ca, Mg (espectrofotometría de absorción atómica) y cloruros (método volumétrico y colorimétrico).

Se realizó el montaje de las metodologías para la extracción y purificación de ácidos húmicos y fúlvicos, de

acuerdo al método de la Sociedad Internacional de las Sustancias Húmicas (IHSS), y determinación de cloruros disponibles en el suelo, haciendo una extracción con una solución de nitrato de bario 0,1N y cuantificación por colorimetría.

## III. MANEJO DE CAFETALES

### Fertilización de cafetales orgánicos

**Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricompuesto. FIT 1603.** La distancia de siembra del café fue de 1,0 m x 1,0 m, el área experimental fue de 1.344 m<sup>2</sup>.

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

**Estación Central Naranjal.** En la Tabla 9 se presenta la producción registrada en el año 2007 y la producción media de dos cosechas (2006 y 2007) en @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. Estas producciones corresponden al ciclo de renovación por zoqueo.

**Tabla 9.** Producción, en el año 2007, y producción media de dos cosechas (2006 y 2007) en

@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s., ciclo de renovación (por zoqueo). Estación Central Naranjal.

Tratamientos (lombricompuesto/planta/año)		Producción @.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> de c.p.s.	
		2007	Media
1	0,5 kg	347,7 c	416,6 b
2	1,0 kg	401,6 bc	469,8 ab
3	2,0 kg	496,5 ab	527,4 a
4	3,0 kg	514,4 a	544,7 a
5	Con fertilización	386,9 c	413,2 b
6	Sin fertilización	248,5 d	261,3 c

\* Para una densidad de 10.000 tallos/ha y un volumen de aplicación de 0,2 L/árbol/año

Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2007, 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; con la aplicación al café de fertilizante orgánico en dosis de 2,0 a 3,0 kg por planta por año en forma de lombricompuesto, se produjo 30,7% más que en el café fertilizado químicamente, según los resultados de los análisis de suelos, y 103,4% más que en el café sin fertilizar. Los análisis a la producción media obtenida de dos cosechas (2006 y 2007) indican que no hay diferencias significativas si se fertiliza el café con 1,0 a 3,0 kg de lombricompuesto por planta por año, pero que sí hay diferencia entre la aplicación de 2,0 a 3,0 kg de lombricompuesto por planta por año, con la producción obtenida al aplicar fertilizante químico y sin aplicación de algún tipo de fertilizante (orgánico o químico). La producción fue 29,7% mayor con la fertilización orgánica al compararse con la química y fue 105,2% superior a la obtenida sin la aplicación de fertilizante. Se registraron producciones similares al fertilizar el café con 0,5 kg de lombricompuesto por planta por año y al aplicar fertilizante inorgánico.

**Subestación Experimental El Tambo.** En la Tabla 10 se presentan las producciones registradas en el año 2008 y la producción media de tres cosechas (2006 a 2008) en @. ha<sup>-1</sup> de c.p.s.

Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2008 indican que no hay diferencias estadísticas cuando se fertiliza el café con lombricompuesto seco, en dosis de 0,5 a 3,0 kg por planta por año, o se realiza con fertilizante químico o no se aplica algún tipo de fertilización. La producción

media fue de 217,0 @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. La producción media de tres cosechas de café (2006 a 2008) mostró resultados similares, es decir, no hay diferencia estadística entre los tratamientos; la producción media de las tres cosechas fue de 163,0 @.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de c.p.s. En el año 1997 solamente se logró obtener un incremento del 6,1% (13,0 @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.), por la aplicación de 3,0 kg de lombricompuesto (224,1 @) al compararse con la producción obtenida con el café sin fertilizar. La producción media (cosechas 2006 a 2008) sólo se incrementa en un 13,4% (20,0 @ de c.p.s. ha) por la aplicación de fertilizante inorgánico (175,3 @) al compararse con la producción media obtenida con el café sin fertilizar.

## Sombrío en cafetales

**Establecimiento de café orgánico bajo sombrío en el departamento de Santander. FIT 1606.** Los tratamientos (seis en total), están compuestos 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 11).

El sombrío fue establecido a 7,50 x 7,50 m (178 árboles/ha) y el café a 1,25 x 1,25 m (6.400 plantas/ha). Los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 12.

Los análisis estadísticos realizados a la producción de café registrada en el año 2007, para cada condición de sombrío y nivel de fertilización, indican que no hubo diferencias significativas cuando se cultiva café con sombrío de las dos especies leguminosas y las dos forestales con fertilización orgánica. Tampoco se

**Tabla 10.** Producción, en el año 2008, y promedios de producción de dos cosechas (2006-2008), en @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. Subestación El Tambo (Cauca).

Tratamientos (lombricompuesto/planta/año)		Producción @ c.p.s.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>	
		2008	Media
1	0,5 kg	219,4 a	160,6 a
2	1,0 kg	210,0 a	157,4 a
3	2,0 kg	223,5 a	165,2 a
4	3,0 kg	224,1 a	164,8 a
5	Con fertilización	214,1 a	175,3 a
6	Sin fertilización	211,1 a	154,6 a

**Tabla 11.** Tratamientos aplicados en el Experimento FIT 1606. Finca El Roble (Santander).

N°	Tto	Descripción
1	A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	Café con sombrío de guamo + carbonero, sin fertilización
2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	Café con sombrío de guamo + carbonero, con fertilización
3	A <sub>2</sub> B <sub>0</sub>	Café con sombrío de guayacán + nogal, sin fertilización
4	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	Café con sombrío de guayacán + nogal con fertilización

**Tabla 12.** Producción, en el año 2007, y promedio de producción de dos cosechas (2005-2007), en @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. Subestación Santander.

Tratamientos	Producción @ c.p.s.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>	
	2007	Media
1	238,8 bc	170,0 b
2	385,9 a	249,9 a
3	145,7 c	148,0 b
4	371,3 ab	247,5 a

evidenciaron diferencias cuando no se realiza algún tipo de fertilización y se cultiva bajo sombrío. Las mayores producciones se registraron con el cultivo de café con sombrío de guamo + carbonero y café con sombrío de guayacán + nogal, con fertilización (385,9 y 371,3 @.ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> de c.p.s., respectivamente). La comparación del promedio de la producción registrada de dos cosechas de café (2005 y 2007) indica que cuando se cultiva café con sombrío de guamo + carbonero y guayacán + nogal, con aplicación de fertilizante orgánico, se produce 36,1% más si se fertiliza el café con abonos orgánicos; al cultivar café con sombrío de guamo + carbonero y de guayacán + nogal la producción es igual si se fertiliza el café. También se registraron iguales producciones al cultivar el café con sombrío de las dos especies leguminosas y las dos forestales y no se aplican fertilizantes orgánicos.

## Tecnologías de siembra y manejo de cafetales a plena exposición

**Determinación del porcentaje de pérdida de sitios en cafetales renovados por zoqueo que no afecte la**

**producción. FIT 1515.** Este experimento busca contribuir a la tecnificación y rentabilidad de la caficultura con recomendaciones que permitan resolver de manera efectiva el efecto de los sitios que se pierden en los lotes por diferentes causas, mediante la determinación del porcentaje de sitios perdidos en cafetales renovados por zoqueo, que no afecte la producción media por hectárea/año. Lo anterior es de suma importancia porque al momento de renovar los lotes de café se puede incurrir en costos al resembrar sitios no necesarios o dejar de hacerlo, por no contar con un criterio técnico que permita tomar la decisión correcta, como una forma de administrar de forma exitosa el negocio del café.

Este experimento, se instaló en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), en dos fases, la primera a una distancia de 1,0 m x 1,0 m y la segunda a una distancia de 2,0 m x 1,0 m. En diciembre de 2007, se cumplió el ciclo de producción de la primera fase, de la cual se muestran los resultados concluyentes. En la primera fase, se dejó un tallo por sitio (10.000 tallos/ha). Los tratamientos consistieron en simular porcentajes de sitios perdidos (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30

y 35%) y la época de en que esos sitios se pierden (0, 12, y 24 meses después de haber hecho el zoqueo). Los sitios perdidos fueron inducidos, es decir, se eliminó el número de sitios conforme a cada porcentaje, de forma aleatoria.

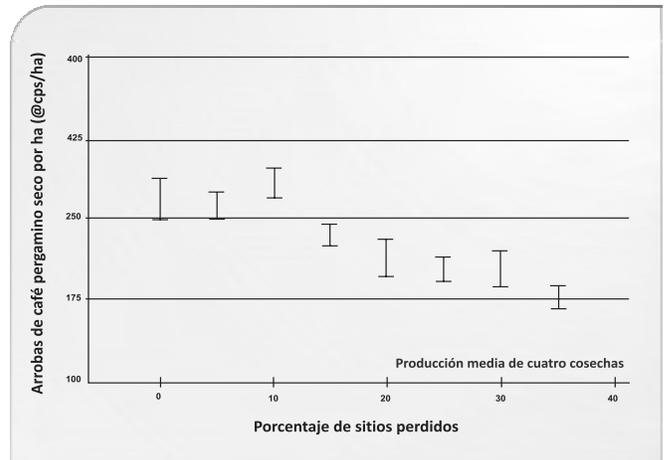
Los tratamientos se evaluaron bajo el diseño de bloques completos al azar, en arreglo de parcelas divididas, donde el factor de bloqueo fue la pendiente, la parcela principal fue la época de inducción de los sitios perdidos y la subparcela el porcentaje de sitios perdidos. Como unidad experimental se tuvo una parcela de 40 sitios efectivos, donde se tomaron datos de producción de café cereza en cada uno de los sitios de la parcela efectiva, durante un ciclo de producción, en cuatro bloques.

Con la hipótesis de trabajo se buscaba evaluar que existía un porcentaje de sitios perdidos con el cual se obtiene el mismo promedio de producción del lote, con el 100% de las plantas sembradas.

**Resultados.** El análisis de varianza de las cosechas y del promedio de producción mostró diferencias entre los porcentajes de sitios perdidos, pero no entre la edad de la aplicación de los porcentajes de sitios perdidos ni en la interacción, por lo tanto se aplicó el siguiente criterio estadístico: “Si el análisis de varianza muestra efecto de la interacción o en su defecto de los sitios perdidos, sería seleccionado aquel porcentaje de sitios perdidos que presente estadísticamente la misma producción promedio que el testigo (porcentaje cero), con lo cual se corroboró la hipótesis de trabajo y se cumplió con el objetivo específico”.

Al considerar lo anterior y con base en el resultado del análisis de varianza, se observó que el tratamiento correspondiente al 10% es el que cumple el criterio, tanto con la hipótesis de trabajo como con el criterio de selección (Figura 19). Por lo tanto, en un lote renovado por zoqueo, el porcentaje máximo de sitios perdidos que se puede aceptar sin que haya necesidad de hacer resiembras es del 10%. En consecuencia, este resultado se considera como una información valiosa para el caficultor, porque le permite tomar una decisión que le tranquiliza y le ahorra los costos relacionados con la resiembra y el mantenimiento del número de sitios equivalente a ese porcentaje, en función de la densidad de siembra que tenga en su lote (Tabla 13).

De otra parte, también se concluye que ese 10% de sitios perdidos puede ser al momento de la renovación,



**Figura 19.** Gráfica de los valores promedios de la producción y su desviación estándar.

un año o dos años después, conforme a los resultados de este experimento (Tabla 14).

**Efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre la producción del cultivo del café. FIT 1410.** Se evaluaron dos tratamientos, así: 1) plantas con raíz normal y 2) plantas con raíz bifurcada. El experimento se instaló en la Estación Central Naranjal el 20 de marzo de 2003 y terminó la fase de siembra en el año 2007, con tres cosechas. En cada tratamiento se tienen 12 repeticiones de 20 plantas cada una.

**Crecimiento en altura y número de cruces.** Se realizaron diez evaluaciones de altura y número de cruces. Los resultados no mostraron diferencias entre los tratamientos en cuanto a la altura y el número de cruces (Figura 20). Las plantas con raíz normal presentan un promedio de 1,99 m de altura y 41 cruces, mientras que las plantas con raíz bifurcada presentaron un promedio de 1,95 m y 40 cruces.

**Producción.** En la Tabla 15 se presenta la producción de café cereza acumulada entre enero de 2005 y diciembre de 2007. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Las parcelas con raíz normal presentaron un acumulado de 248.702,5 g por parcela de 20 plantas, mientras que las plantas con raíz bifurcada produjeron 236.196,7 g.

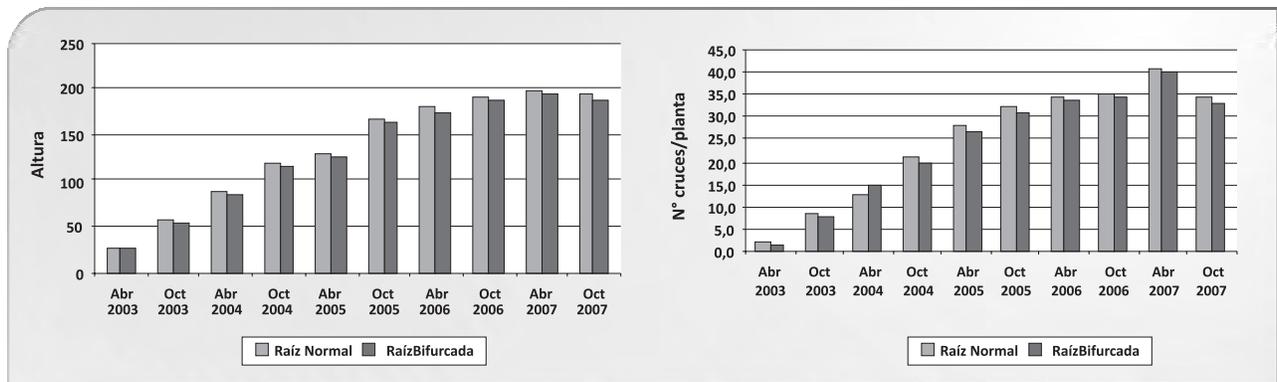
Las diferentes evaluaciones tanto en crecimiento como en producción muestran que no hay efecto desfavorable de la raíz bifurcada sobre el desarrollo y la producción de las plantas.

**Tabla 13.** Valores promedios de la producción de café pergamino seco (@.ha<sup>-1</sup>) según la edad de la zoca a 1,0 m x 1,0 m y al porcentaje de sitios perdidos. Subestación La Catalina. 2004 – 2007.

Edad (meses)	%	Años de cosecha				Media
		2004	2005	2006	2007	
0	0	206,6	219,2	218,7	310,1	238,7
	5	243,1	319,1	271,3	291,7	281,3
	10	243,0	307,8	309,9	358,5	304,8
	15	180,5	225,2	267,7	308,2	245,4
	20	191,0	221,5	217,9	263,5	223,5
	25	218,2	164,2	238,0	244,0	216,1
	30	190,2	255,8	220,1	235,0	225,3
	35	131,8	159,1	200,9	229,1	180,2
12	0	165,1	302,9	313,7	315,9	274,4
	5	235,3	218,2	264,3	248,4	241,5
	10	184,8	226,1	299,7	330,6	260,3
	15	191,3	198,7	245,1	279,3	228,6
	20	213,5	121,3	214,6	170,1	179,9
	25	151,7	198,4	242,1	226,8	204,7
	30	131,4	162,0	213,9	208,4	178,9
	35	144,3	134,4	208,8	169,2	164,2
24	0	174,4	295,5	361,3	338,7	292,5
	5	158,9	276,9	274,0	345,1	263,7
	10	190,6	270,8	357,6	322,2	285,3
	15	144,5	192,5	303,9	277,8	229,6
	20	142,1	249,6	286,4	257,0	233,8
	25	131,1	167,2	200,5	234,4	183,3
	30	184,5	179,6	227,5	227,3	204,7
	35	109,4	153,9	236,5	221,6	180,3
Media general		177,4	217,5	258,1	267,2	230,0
Coeficiente de variación (%)		13,8	10,9	11,2	11,1	6,1

**Tabla 14.** Valores promedio de la producción de café pergamino seco (@.ha<sup>-1</sup>) según la edad de la zoca a 1,0 m x 1,0 m. Subestación La Catalina. 2004 – 2007.

Edad de la zoca (meses)	Edad de la zoca (meses)				Edad de la zoca (meses)
	2004	2005	2006	2007	
0	200,5	234,0	243,0	280,0	239,4
12	177,2	195,2	250,3	243,6	216,6
24	154,4	223,2	280,9	278,0	234,1
Media general	177,4	217,5	258,1	267,2	230,0
C. de variación (%)	13,8	10,9	11,2	11,1	6,1



**Volcamiento.** En septiembre de 2008 se llevó a cabo una evaluación de la condición de volcamiento de las plantas, para lo cual se calificó visualmente el grado de inclinación de los tocones de la zoca con relación a la inserción del chupón. En ambos tratamientos se observó volcamiento aunque con baja incidencia, 4,22% para el tratamiento con raíz normal y 5,84% para el tratamiento con raíz bifurcada.

**Conclusión.** Finalizadas las evaluaciones tanto en crecimiento como en producción, los resultados muestran que no hay efecto desfavorable de la raíz bifurcada sobre el desarrollo y producción de las plantas.

A continuación se presenta en las Tablas 16 y 17 un resumen de los principales resultados obtenidos en las

diferentes etapas que comprendió esta investigación, desde la etapa de beneficio, germinación, almácigo, crecimiento en costales y desarrollo en el campo hasta la producción y calidad de cosecha.

**Análisis del comportamiento de la floración y distribución de la cosecha 2008. FIT 1530.** Anualmente se hace un seguimiento y análisis de las condiciones climáticas, de floración y de cosecha, teniendo en cuenta que las floraciones entre el 1° de mayo y el 31 de octubre responden por la cosecha del primer semestre (enero 1°- junio 30) del siguiente año, la cual corresponde al 20% de la cosecha del año en esta zona. Las floraciones entre el 1° de noviembre y el 30 de abril responden por la cosecha del segundo semestre (julio 1°- diciembre 31), la cual corresponde al 80% de la cosecha del año en la zona de Chinchiná y Palestina.

Tabla 15. Producción de café cereza. Enero 2005 a diciembre 2007.

Tratamiento	Gramos de café cereza / 20 plantas			
	2005	2006	2007	Total
Raíz normal	93.217 a	85.320 a	70.166 a	248.702,50 a
Raíz bifurcada	88.888 a	81.475 a	65.834 a	236.196,67 a

Tabla 16. Resumen de los resultados de las investigaciones sobre el disturbio de la raíz bifurcada en la etapa de beneficio y germinación.

Variable	Beneficio tradicional	Beneficio BECOLSUB
Germinación (%)	92-95	91-94
Porcentaje raíz bifurcada	Menos de 2	10-12
Relación chapola:fósforo	7-8	4 -7

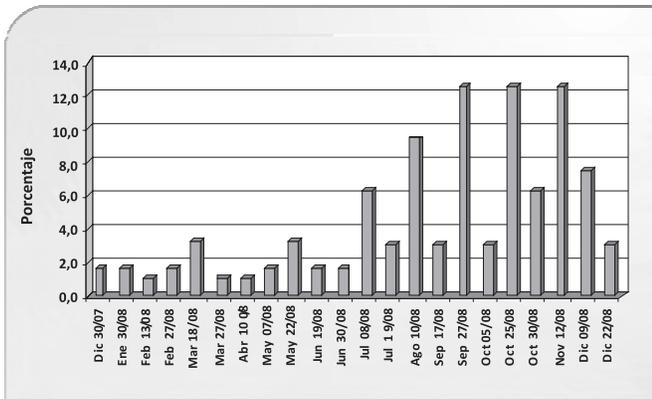
**Tabla 17.** Resumen de los resultados de las investigaciones sobre el disturbio de la raíz bifurcada en almácigo y campo.

Variable	Raíz normal	Raíz bifurcada
Crecimiento almácigo (peso seco, g)	277	366
Relación raíz / parte aérea almácigo (%)	24,4	24,7
Crecimiento en costales (2 años) peso seco raíz (g)	105,5	118,9
Crecimiento en costales (2 años) peso seco parte aérea (g)	331,2	332,6
Altura (cm) etapa crecimiento vegetativo (campo)	1,99	1,95
Número de cruces etapa crecimiento vegetativo (campo)	41	40
Producción (kg café cereza)	248.702,5	236.196,7
Calidad física cosecha (% pasilla)	14,9	14,2
Calidad física cosecha (% rendimiento trilla)	95,5	98,2
Volcamiento al momento del zoqueo (%)	4,2	5,8

**Tabla 18.** Floración y distribución de la cosecha para el año 2008 en la región de Chinchiná y Palestina.

Programa Agronomía. Disciplina de Fitotecnia. Cenicafé.

Fecha floración	Semana No.	Porcentaje de floración observado	Porcentaje de floración ajustado	Época cosecha	Semana No.	Porcentaje de la cosecha anual
May 02/07	18	5	8,2	Dic 30/07	52	1,6
Jun 01/07	22	5	8,2	Ene 30/08	5	1,6
Jun 13/07	24	3	4,9	Feb 13/08	7	1,0
Jun 27/07	26	5	8,2	Feb 27/08	9	1,6
Jul 18/07	29	10	16,4	Mar 18/08	12	3,3
Jul 27/07	30	3	4,9	Mar 27/08	13	1,0
Ago 10/07	32	3	4,9	Abr 10/08	15	1,0
Sep 08/07	36	5	8,2	May 07/08	19	1,6
Sep 22/07	38	10	16,4	May 22/08	21	3,3
Oct 19/07	42	5	8,2	Jun 19/08	25	1,6
Oct 31/07	44	5	8,2	Jun 30/08	26	1,6
Nov 07/07	45	10	7,9	Jul 08/08	28	6,3
Nov 19/07	47	5	3,9	Jul 19/08	29	3,1
Dic 10/07	49	15	11,8	Ago 10/08	32	9,4
Ene 17/08	3	5	3,9	Sep 17/08	38	3,1
Ene 27/08	4	20	15,7	Sep 27/07	39	12,6
Feb 05/08	6	5	3,9	Oct 05/08	41	3,1
Feb 25/08	9	20	15,7	Oct 25/08	44	12,6
Mar 01/08	9	10	7,9	Oct 30/08	44	6,3
Mar 12/08	11	20	15,7	Nov 12/08	46	12,6
Abr 09/08	15	12	9,4	Dic 09/08	49	7,6
Abr 21/08	17	5	3,9	Dic 21/08	51	3,1



**Figura 21.** Distribución estimada de la cosecha 2008 según los registros de floración.

Esta información se presentó en los Comités Departamentales de Caldas y Risaralda, en la reunión de Líderes de Extensión Rural y al Comité directivo de la FNC. A continuación se presenta un resumen de la situación de las cosechas de mitaca y principal del año 2008.

Los resultados de este seguimiento para el año 2008 se muestran en la Tabla 18 y la Figura 21.

**Características de la cosecha para el primer semestre de 2008.** Como resultado de la competencia por una cosecha alta que se desarrolló durante el período de floración (mayo-octubre de 2007), para la cosecha del primer semestre de 2008, no hubo suficiente crecimiento vegetativo ni suficientes días con deficiencia hídrica. Se presentaron 11 floraciones de muy baja magnitud y muy dispersas, y en volumen se puede considerar como una cosecha inferior a la mitaca de 2007

**Características de la cosecha para el segundo semestre de 2008.** En general, se presentaron floraciones entre regulares y escasas en la última semana de enero y la primera semana de febrero. En la última semana de febrero y la primera semana de marzo se presentaron floraciones entre buenas y regulares (15-25%). En abril las floraciones fueron escasas y dispersas.

En términos generales la cosecha del segundo semestre de 2008 presentará una tendencia a la dispersión, sin picos muy marcados. Los períodos de mayor concentración serán a finales de septiembre y comienzos de octubre y finales de octubre y comienzos de noviembre.

- Regular producción en julio (11,8%)
- Regular producción en agosto (11,8%)
- Buena producción en septiembre (19,7%)
- Buena producción en octubre (27,6%)
- Regular producción en noviembre (15,7%)
- Regular producción en diciembre (13,4%)
- Se tendrá una cosecha muy dispersa, de por lo menos 12 pases.

- En volumen se puede considerar como una cosecha inferior a la de 2007 y un poco menos que una cosecha normal.

- El grueso de esta cosecha (47,2%) se recolectará entre septiembre y octubre. Un pico de 19,7% alrededor del 15 de septiembre y otro pico de 23,6% alrededor del 25 de octubre.

## Sistemas de Producción de Cultivos Intercalados con Café

**Proyecto maíz (*zea mays* L.) de la zona cafetera: Convenio Federacafé – Cimmyt – FENALCE. Informe de Cimmyt. Luis Narro, Cimmyt, Programa maíz para Sudamérica.** Las actividades realizadas en este período se han orientado a la difusión del híbrido FNC3056, la liberación de los híbridos FNC317 y FNC318, la evaluación de germoplasma con tolerancia a pudrición de la mazorca, la evaluación de nuevos híbridos y las variedades experimentales.

La producción por FENALCE de 350 t de semilla del híbrido FNC3056 es la culminación de la primera fase del proyecto que tuvo como objetivo disponer de un híbrido blanco para los agricultores. Con esta cantidad de semilla se pueden sembrar aproximadamente 20.000 ha de maíz que representa el 30% del área sembrada con maíz en la zona cafetera. El anuncio por FENALCE de comercializar esta semilla a un precio promocional de \$ 6.000 por hectárea es un incentivo adicional, orientado al incremento de la rentabilidad para los agricultores.

La liberación de los híbridos FNC317 y FNC318, maíces amarillos de alta productividad y adaptación en la zona cafetera, es otro logro concreto realizado este año. El Seminario Técnico para la presentación de estos híbridos se realizó en Buga, en septiembre de 2008. FENALCE ha producido más de 20 t de semilla del híbrido FNC318, con lo que se iniciará el plan de difusión de este híbrido.

La pudrición de mazorca viene siendo el problema de mayor importancia, tanto porque produce pérdidas en el rendimiento como por aspectos relacionados con la salud humana, ya que los hongos que producen estas pudriciones de la mazorca tienen también efectos sobre la aparición de enfermedades cancerígenas. Se ha evaluado hasta 65% de daño por pudrición de mazorca. En un ensayo de evaluación de líneas para buscar fuentes de tolerancia, hemos podido detectar que un 30% de las líneas evaluadas mostraron valores menores al 10% de daño por pudrición de mazorca y, por lo tanto, están siendo incorporadas en nuestro programa de mejoramiento.

En el rubro de evaluación de nuevos híbridos y variedades se han detectado algunos híbridos, tanto blancos como amarillos, con un rendimiento entre 20 y 30% superior al rendimiento de los mejores testigos. La generación de germoplasma con mayor potencial de rendimiento es un requerimiento para mantener un programa sostenible de incremento de la rentabilidad de un cultivo.

**Proyecto Maíz (*Zea mays* L.) de la zona cafetera: Convenio Federacafé – Cimmyt – FENALCE. Informe de FENALCE. José Ever Vargas. Líder del Programa de Investigación en Maíz, de FENALCE.** El año agrícola correspondiente al segundo semestre de 2007 y al primero de 2008 fue marcado por un incremento inusual de las lluvias. Esta condición incidió en el incremento de problemas patológicos, particularmente de pudriciones de grano, en las siembras experimentales de maíz llevadas a cabo en Paraguaicito, durante dicho período. No obstante, durante esta etapa se han obtenido logros destacables entre los que se encuentran el registro, inicialmente para el Valle del Cauca, de seis nuevos cultivares de maíz, tres híbridos blancos y tres amarillos. Estos híbridos también fueron evaluados en las Subestaciones Experimentales Paraguaicito y La Catalina, así como en otras regiones cafeteras del país, y actualmente se están finiquitando los trámites ante el ICA para el registro en la zona cafetera.

### Siembras experimentales

**Lotes aislados.** Los lotes aislados en maíz se utilizan para incrementos de semilla, mediante polinización natural, o formación de híbridos en lotes de desespigamiento. Durante este año se sembraron un total de diez pequeños lotes aislados, en los cuales se incrementaron diversas

líneas para alimentar el programa de multiplicación de semillas de FENALCE, cuya sede principal se encuentra en el Valle del Cauca. Adicionalmente, se obtuvieron cantidades experimentales de semilla de algunos híbridos promisorios, la cual fue utilizada en ensayos diversos en las demás regiones donde hace presencia FENALCE.

**Lotes de polinización controlada.** En este período se sembraron tres lotes de polinización controlada, en los cuales se tuvieron un total de 900 entradas, con el fin de obtener autofecundaciones, incrementos de semilla o inter cruzamientos, según el caso.

**Lotes de ensayos de rendimiento.** En cada uno de los dos semestres se estableció un lote de ensayos de rendimiento, en los cuales tuvieron siete experimentos, para evaluar un total de 350 entradas. Estos resultados permiten seleccionar materiales más promisorios a ser distribuidos y sembrados en pruebas regionales, en otras regiones del país.

**Lotes demostrativos.** Durante el primer semestre se sembraron dos lotes demostrativos, uno a cargo del Comité Departamental de Cafeteros y el segundo, sembrado más tarde, a cargo del Programa de Investigación de FENALCE. Ambos lotes sirvieron de escenario para un día de campo para agricultores cafeteros de la zona, con el fin de difundir el maíz como cultivo complementario en las fincas cafeteras. En estos lotes se sembraron los híbridos de maíz de FENALCE disponibles para la zona, así como algunos de los materiales experimentales más promisorios para ésta y otras regiones del país. En las Tablas 19 y 20 se muestran algunos de los registros obtenidos en el lote de FENALCE, donde cada material fue sembrado en un área de 102,4 m<sup>2</sup>.

Se efectuó la cosecha de los cuatro ensayos de rendimiento y, aunque la información sobre datos de producción y rendimiento apenas se va a empezar en bodega, se notó la superioridad de algunos híbridos como Galileo de 33 (HS 133), FNC 114, FNC 3056, FNC 514 y Calypso 520. Se efectuaron labores de desespigamiento en varios lotes aislados pequeños, en los cuales se están incrementando líneas experimentales promisorias y simultáneamente, formando algunos híbridos.

Se llevó a cabo un muestreo en el lote demostrativo, tomando los cinco sitios centrales a todo lo ancho del

**Tabla 19.** Variables relacionadas con la producción de híbridos blancos comerciales y experimentales de FENALCE en parcelas demostrativas. Paraguaicito. 2008A

Híbrido	Área (m <sup>2</sup> )	Número mazorcas	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Posición
FNC 3056	102,4	581	9.713	1
FNC 518	102,4	632	9.182	2
EXP.CALYPSO 523	102,4	609	8.522	3
FNC 514	102,4	558	8.368	4
FNC 513	102,4	585	7.675	5
Promedio general	102,4	593	8.663	

**Tabla 20.** Variables relacionadas con la producción de algunos híbridos amarillos comerciales y experimentales de FENALCE en parcelas demostrativas. Paraguaicito. 2008 A.

Híbrido	Área (m <sup>2</sup> )	Número mazorcas	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Posición
EXP. TITANIO 140	102,4	638	10.073	1
FNC 118	102,4	646	8.188	2
FNC 114	102,4	592	8.155	3
EXP.GALILEO de 33	102,4	589	7.718	4
FNC 318	102,4	766	7.548	5
FNC 113	102,4	619	7.114	6
Promedio general		641,6	8.132	

lote, lo que corresponde a una parcela de cuatro surcos de diez sitios, y se tomó el rendimiento proyectado, el cual estuvo entre 7.010 kg.ha<sup>-1</sup> (CIMMYT 318) y 11.177 kg.ha<sup>-1</sup> (Titanio 140).

#### IV. INVESTIGACIÓN REGIONAL

Las investigaciones en los diferentes aspectos agronómicos y ecológicos del cultivo del café que se llevan a cabo regionalmente, permiten generar conocimientos y explorar la posibilidad de implantar nuevas herramientas que darán una visión global de la diversidad de recursos de suelo, clima y comportamiento de los cultivos, y así tomar decisiones acertadas a nivel nacional y regional. Al establecer las relaciones entre el suelo, clima, relieve y el comportamiento de la planta, será posible tener regionalizaciones de estas características para las diferentes áreas cafeteras, mediante sistemas de información geográfica, con los cuales se pueden espacializar los resultados de la experimentación, los

modelos de producción y los sistemas de fertilización, entre otros. Todo esto contribuirá a una caficultura más productiva, eficiente y sostenible, y apunta a la estrategia de Competitividad e Innovación del Plan Estratégico 2008-2012 de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Un aspecto de gran relevancia para la caficultura actual y futura es la producción del café bajo estándares técnicos, ambientales y sociales definidos, para apoyar estas iniciativas se estableció en la Estación Central Naranjal un proyecto piloto de implantación del Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los componentes de calidad, ambiental y social, el cual permitirá obtener conocimientos para apoyar a las fincas en su objetivo de producir bajo estándares normalizados y cumplir así con las exigencias de los diferentes tipos de certificaciones y normas de calidad, para acceder a mejores precios. Este conjunto de conocimientos constituyen las Buenas Prácticas Agrícolas que están siendo promovidas cada

vez más por el sector privado, los comercializadores y los productores, como respuesta a la demanda de los consumidores por alimentos sanos y producidos de manera sostenible. La caficultura actual no puede ser ajena a estas preferencias y exigencias del mercado.

Recientemente, oportunidades específicas de mercado han estimulado el surgimiento de otros sistemas de producción denominados “café especiales”, los cuales requieren el cumplimiento de normas específicas, ya sea para la producción o en las características del producto para un mercado particular. Entre estos sistemas se destacan los siguientes: Cafés de origen (regionales, exóticos, de finca), cafés sostenibles o de conservación (orgánicos, amigables con las aves o de sombra, de precio justo o social). Para atender los requerimientos para estos sistemas de producción, se ha iniciado un proyecto para la producción de semillas orgánicas certificadas de diferentes variedades de café.

De igual importancia es la divulgación permanente de los conocimientos y tecnologías más avanzados, producto de la investigación de las diferentes Disciplinas de Cenicafé, en todas las actividades y procesos tanto experimentales como demostrativos, establecidos en las Subestaciones Experimentales, para que éstas sirvan de modelos para transferir, educar y capacitar a los numerosos visitantes técnicos y cafeteros, en las nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios.

Para contribuir a todos estos fines y a la estrategia de Competividad e Innovación, durante el presente año se llevó a cabo la estructuración del Plan Estratégico del Programa de Experimentación 2008-2012, el cual comprende los siguientes proyectos:

Para el desarrollo de este plan, Cenicafé dispone de ocho Estaciones Experimentales, ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cesar, Santander, Tolima, Quindío y Risaralda, y además cuenta con la colaboración de fincas de caficultores.

Se presentan a continuación los principales resultados de las actividades de investigación y transferencia en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé y en las fincas de agricultores en diferentes regiones de la zona cafetera, durante el período octubre 2007 - septiembre 2008 y dentro del marco del Plan Estratégico 2008-2012.

## Proyectos experimentales en las subestaciones

### Áreas experimentales y otros usos de la tierra

En la Tabla 21 se presenta el estado del uso de la tierra en las Subestaciones, a septiembre de 2008.

Los experimentos en café ocuparon 77,2 ha (disminución del 4,4% con relación al período anterior), el café comercial 48,8 ha (disminución del 14,1%), la producción de semilla 62,8 ha (similar al año anterior), la experimentación en forestales 23,2 ha (similar al año anterior), maíz 6,7 ha (incremento del 39,6%). La ocupación de área por otros cultivos es: guadua 31,0 ha (similar al año anterior), pastos 46,4 ha (similar al año anterior), macadamia 6,1 ha (similar al año anterior), cítricos 5,2 ha (disminución del 43,5%), plátano 0,7 ha (disminución del 59,8%), caucho 3,9 ha (similar al año anterior) y bosques 91,8 ha. A la conservación de aguas se dedican 49,1 ha (similar al año anterior).

Proyecto	Título	Objetivo
EXP 5200	Diagnóstico de demanda, oferta e impacto de tecnología en sistemas de producción de café	Conocer las expectativas y sugerencias de los caficultores para retroalimentar el proceso de investigación y transferencia
EXP 5300	Apoyo a la investigación	Apoyar la ejecución de las investigaciones regionales de Cenicafé, en las subestaciones experimentales o en fincas
EXP 5400	Demostración de opciones tecnológicas exitosas en la producción de café	Mostrar a los caficultores las tecnologías exitosas producto de las investigaciones de Cenicafé
EXP 5500	Sistema Integrado de Gestión	Implementación del SIG en la ECN y Subestaciones

Tabla 21. Distribución del área de las Subestaciones según el uso de la tierra. Octubre 2007-septiembre 2008

Subestación	Uso de la tierra (hectáreas)																Fincas Partic.	
	Café Exptos.	Café Semilla	Café Com.	Exptos. Forestal	Plátano	Macad.	Cítricos	Caucho	Maíz	Bosques	Pastos	Guadua	Conserv. aguas	Infraest.	Otros	Área Total		Área Exp. Dispon.
El Tambo	5,40		6,80	2,00					0,10						0,01	14,31	6,80	0,31
Paraguaitico	8,50		2,50	2,34	0,17	4,17	1,83	3,90	3,12	4,90	4,86	9,63	2,50	2,50	6,68	57,60	7,00	2,00
La Catalina	5,12		19,52	2,77	0,10	1,93	0,00	0,00	3,41	0,09	0,00	2,45	3,59	0,38	2,17	41,53	21,45	0,00
Líbano La Trinidad	4,01	8,31	0,51	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	0,51	1,09	18,00	1,60	6,46
Líbano La Unión	0,46	2,08	1,77	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,26	0,56	6,00	2,33	0,95
E.C. Naranjal	38,58	41,69		9,17			2,56				22,00	15,70	28,26	3,90	36,76	198,62	50,04	
El Rosario	4,26	3,07	0,24	1,40	0,12	0,00	0,20	0,00	0,00	3,60	4,59	0,39	0,00	2,26	0,00	20,13	0,24	0,00
Santander	2,64	2,21	0,48	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	7,20	3,38	0,10	1,00	1,10	8,23	28,94	1,95	3,91
Pueblo Bello	8,23	0,74	17,00	3,00	0,15		0,40			76,00	11,61	2,80	8,00	1,70	12,37	142,00	4,50	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>77,20</b>	<b>58,09</b>	<b>48,82</b>	<b>23,18</b>	<b>0,67</b>	<b>6,10</b>	<b>5,02</b>	<b>3,90</b>	<b>6,73</b>	<b>91,79</b>	<b>46,44</b>	<b>31,07</b>	<b>47,64</b>	<b>12,61</b>	<b>67,87</b>	<b>527,13</b>	<b>95,91</b>	<b>14,63</b>

El área experimental aprovechable es actualmente de 95,9 ha (incremento del 48,9% con relación al período anterior), de las cuales están disponibles 21,45 ha en La Catalina, 50,04 ha en La Estación Central Naranjal, 6,8 ha en El Tambo, 4,5 ha en Pueblo Bello, 7,0 ha en Paraguaicito, 3,93 ha en Líbano, 0,2 ha en El Rosario y 1,95 ha en Santander.

En fincas particulares se utilizan 14,6 ha (disminución del 11,5%), en varios experimentos en fertilización del café y en forestales, principalmente.

### Temas de investigación en las Subestaciones y su relación con las Áreas Clave

En la Tabla 22 se hace una compilación de los tópicos de investigación y otras actividades que se están desarrollando a nivel regional en las Subestaciones Experimentales, y su clasificación dentro de las Áreas Clave. Estos incluyen temas como: registros climáticos, suelos, mejoramiento genético, producción de semilla convencional y orgánica certificada, registros de floración, optimización de los sistemas de siembra del café, cultivos intercalados con café, sistemas de renovación de cafetales, cafés especiales, manejo integrado de arvenses, broca y enfermedades, mejoramiento de los procesos de cosecha, manejo de los subproductos del beneficio, lombricultura, costos de producción, sistemas agroforestales con café, sistemas agroforestales, maíz, sistema integrado de gestión y divulgación y transferencia, para un total de 482 diferentes actividades.

En la Tabla 23 se hace un resumen del número de investigaciones y actividades por Área Clave, las cuales comprendieron 482 temas. Su distribución es la siguiente:

- Productividad agronómica:** 126 (26,1%)
- Viabilidad económica:** 18 (3,7%)
- Calidad y cafés especiales:** 35 (7,3%)
- Sostenibilidad ambiental:** 13 (2,7%)
- Conocimiento estratégico:** 70 (14,5%)
- Divulgación y transferencia:** 194 (40,2%)
- Sistemas de producción complementarios:** 26 (5,4%)

Se destaca que el 40,2% de las actividades se relacionan con la divulgación y transferencia mediante la atención

de giras y días de campo, y 26,1% a temas relacionados con la productividad agronómica. Se registra también la realización de cerca de 70 nuevas actividades en las Subestaciones.

### Experimentos por Disciplinas y Programas

La Tabla 24 muestra que a septiembre de 2008 se tenía en las Subestaciones un inventario de 252 experimentos (incremento del 10,7% con relación al año anterior), de los cuales los experimentos en café vigentes fueron 207 (incremento del 13,5%) y se han instalado 51 experimentos nuevos (incremento del 25,5%), 26 de ellos en la Estación Central Naranjal, 10 en Paraguaicito, 5 en Santander, 4 en La Catalina y 2 en El Rosario, Líbano y Pueblo Bello. Se terminaron 21 experimentos y se suspendió 1. Se tuvieron además 45 experimentos (igual al año anterior), en actividades asociadas o complementarias al café y relacionadas con maíz, macadamia, forestales y ganadería.

La distribución de experimentos por Programas y Disciplinas (Tabla 25), permite observar que la mayor parte de experimentos que se desarrollan en las Subestaciones corresponden a Mejoramiento Genético (35,3%), seguido por Suelos (10,7%), Fitotecnia (9,1%); ETIA (7,5%), Entomología (6,0%). En la Estación Central Naranjal es donde se desarrollan más experimentos, para un total de 95 (incremento del 12,6%), equivalente al 37% de los experimentos vigentes.

### Experimentos en fincas particulares

En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación, se tuvieron 26 lotes experimentales, 12 de ellos de Mejoramiento Genético, 5 de la Disciplina de Suelos, 4 de Fitotecnia, 3 del Programa ETIA y de Fisiología (Tablas 25 y 26).

### PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE VARIEDADES DE CAFÉ MEJORADAS

El programa de producción de semillas ha tenido cambios importantes durante los dos últimos años, con la introducción de la Variedad Castillo<sup>®</sup>, de las Variedades Castillo<sup>®</sup> Regionales con mejor adaptación a regiones particulares, semillas de las variedades convencionales y semillas de diferentes variedades obtenidas bajo sistemas de producción orgánicos certificados. Durante

TABLA 22. Tópicos que comprenden las investigaciones que se desarrollan en las subestaciones. Octubre 2007-

Septiembre 2008

TEMAS DE INVESTIGACION REGIONALES	Cauca		Quindío	Risaralda	Tolima		Caldas	Antioquia Santander	Cesar	Total
	El Tambo	Paraguaicito	La Catalina	La Catalina	Líbano La Trinidad	Líbano Unión	Naranjal	El Rosario Santander	Pueblo Bello	
<b>CLIMA</b>										
Registros climáticos	1	1	1	1	1		1	1	1	8
Redistribución lluvia y flujo de nutrimentos							1			1
<b>FISIOLOGÍA DEL CAFETO</b>										
Caracterización de la distribución de la floración y cosecha en introducciones de la CCC							1	1		2
<b>SUELOS</b>										
Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café.							1			1
Prácticas de conservación de suelos a nivel de finca cafetera	1							1	1	3
Impacto erosión producción café y calidad suelo								1		1
Efecto fuentes dosis potasio sobre la producción		1					1			3
Evaluación fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café en zoca. SUE0546				1						1
Fertilización foliar en el cultivo del café en etapa de producción SUE 0538				1						2
Evaluación fuentes dosis nitrógeno sobre producción SUE0537						1				1
Efecto fraccionamiento fertilización caf SUE0528					1		1			2
Estudio movimiento agua suelos de ladera							1			1
<b>MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFETO</b>										
Banco de germoplasma							15			15
Caracterización de Introducciones Café							6			6
Selección por resistencia completa a la roya							4			4
Selección por resistencia incompleta a la roya	1		1				4			6
Selección por fuentes distintas de resistencia a la roya							1.1			1.1
Selección por posible resistencia a CBD							6			6
Evaluación regional progenies de cTxHt altamente productivas	1		1				1	1	1	5
Evaluación regional progenies seleccionadas por resistencia incompleta								1		1

Continúa...



...Continuación

<b>CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ</b>										
Relevo de maíz y frijol en siembras y zocas de café									1	4
<b>SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES</b>										
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación									1	2
Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo									1	1
Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales									1	2
<b>CAFÉS ESPECIALES</b>										
Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricomposteo									1	3
Producción de café, vía orgánica									1	1
Fertilización potásica complementaria a la aplicación de MO en caficultura orgánica									1	2
<b>MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)</b>										
Manejo integrado de arvenses (MIA)									1	4
Interferencia coberturas vegetales zona cafetera									1	1
<b>NUTRICIÓN DEL CAFETO (Edáfica)</b>										
Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.									1	2
Fertilización del café con Nitrógeno y Potasio en la etapa de crecimiento reproductivo									1	1
Efecto de fertilizantes químicos biológicos.									1	1
Efecto de la fertilización de cafetales con zinc en zocas de café									1	2
Efecto fertilización cafetales antes y después del zoqueo									1	3
Efecto fertilizantes producción café									1	2

Continúa...









**Tabla 23.** Número de investigaciones y actividades por Área Clave - Subestaciones Experimentales - Octubre 2007-Septiembre 2008

Subestación	Número de actividades						
	Productividad Agronómica	Viabilidad Económica	Calidad y Cafés Especiales	Sostenibilidad Ambiental	Conocimiento Estratégico	Divulgación y Transferencia	Sistemas de Producción Complementarios
El Tambo	8	2	2	2	3	25	2
Paraguacito	14	4	2	1	8	6	11
La Catalina	10	2	4	1	4	11	8
Líbano	12	1	2	2	6	24	1
Naranjal	52	6	13	1	37	33	1
El Rosario	10	1	0	2	6	70	2
Santander	12	1	9	2	4	15	1
Pueblo Bello	8	1	3	2	2	10	0
TOTAL	126	18	35	13	70	194	26
Porcentaje	26.1	3.7	7.3	2.7	14.5	40.2	5.4

**Tabla 24.** Actividad investigativa en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé. Octubre 2007-septiembre 2008

SUBESTACIÓN	Número de experimentos en café				Número de experimentos en aspectos complementarios						Total Exptos
	Vigentes terminados	Vigentes Continúan	Vigentes nuevos	Suspendidos	Plátano	Maíz	Macadamia	Forestales	Ganadería	Otros	
El Tambo	1	9				1		1			12
Paraguacito	5	11	10			11		2			39
La Catalina	1	11	4			8		1		3	28
Líbano La Trinidad	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0	11
Líbano Unión	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	8
Naranjal	10	53	26			1		3		6	99
El Rosario	3	9	2	0	0	0	0	1	0	0	15
Santander		17	5			1		1	1		25
Pueblo Bello		12	2	1				1			15
TOTAL	21	135	51	1	0	22	0	13	1	9	252

**Tabla 25.** Número experimentos en las Subestaciones Experimentales por Programas y

Disciplinas. Octubre 2007-Septiembre 2008

Localidad	Agronomía		Biología				Post.	ETIA	Apoyos			Convenios	Fincas					Total	
	FIT	SUE	ENT	FIS	MEG	PAT	ING	ETI	ACL	BIO	ECO		MEG	SUE	FIT	FIS	ETI		OTRO
El Tambo	4	1			3			1	1			1	12	1					24
Paraguaitico		6	7		5	2	1	5	1			11						1	39
La Catalina	1	2	5		4	1		4	1			9							27
Líbano La Trinidad	2				3	1			1	1							3		11
Líbano Unión	1	1			2									4					8
Naranjal	7	10	2	2	56	5	1	6	2		3	1							95
El Rosario	2	4	1	1	4	1		1	1										15
Santander	3	3			9	1		1	1			2			4	1			25
Pueblo Bello	3				3			1	1										8
Subtotal	23	27	15	3	89	11	2	19	9	1	3	24	12	5	4	1	3	1	252
TOTAL	50		118				2	19	13			24	26						

el período del informe se continuó con la entrega de pequeñas cantidades de semilla de las Variedades Castillo® Regional y se terminaron las siembras de parcelas para la propagación de las semillas de estas variedades. Igualmente se ha efectuado la siembra de parcelas para la producción de semillas orgánicas certificadas de las Variedades Castillo®, Caturra, San Bernardo, Maragogipe, Típica, Borbón y Tabi.

### Parque productivo actual

En la Tabla 27 se registra la población actual de plantas para las Subestaciones con capacidad instalada de multiplicación de semilla (Estación Central Naranjal, El Rosario, La Trinidad, Santander, Finca Maracay). Incluyendo a la Finca Maracay, se tiene un parque productivo total de 551.960 tallos, de los cuales 377.084 (68,0%) se encuentran en fase productiva. De este total de plantas, 285.400 (51,7%) corresponden a la Variedad Castillo®, 199.768 plantas (36,2%) a las Variedades Castillo® Regional, 55.542 plantas (10,1%) a semilla orgánica certificada y 11.250 plantas (2,0%) a la variedad Tabi.

En la Estación Central Naranjal se tienen 126.319 (44,3%) tallos de Variedad Castillo® 75.121 (26,3%) en el Líbano, 9.200 (3,2%) en Santander y 14.000 (4,9%) en El Rosario. En la finca Maracay se tienen 60.760 tallos (21,3%).

### Producción de semilla

#### Producción de semilla Variedad Castillo® y Variedades Castillo® Regional

En la Tabla 28 se puede observar la producción de semilla Variedad Castillo® y Variedad Castillo® Regional en las Subestaciones. En total, se produjeron durante el período 61.170,5 kg de Variedad Castillo® y 6.813,5 kg de las Variedades Castillo® Regional. Esta semilla se entregó en su totalidad a los caficultores.

#### Producción de semilla de la variedad Tabi

Durante el período se produjeron 794 kg de semilla variedad Tabi.

Tabla 26. Tópicos de investigación que se desarrollan en fincas particulares. Octubre de 2007-Septiembre 2008

Temas de investigación regionales	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia	Santander	Cesar	Boyacá	Huila	Córdoba	N. Sant	Total
	El Tambo	Paraguaicito	La Catalina	Líbano La Trinidad	Líb Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Pueblo Bello								
<b>SUELOS</b>																		
Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo				1														
Efecto de la fertilización de cafetales con zinc en zocas de café	1																	
Fertilización foliar en el cultivo del café en etapa de producción SUE0538				1														
Efecto fraccionamiento fertilización caf SUE0528 MARQUETALIA				1														
<b>CAFÉS ESPECIALES</b>																		
Producción de café, vía orgánica												1						
<b>SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ</b>																		
Tres densidades de siembra de café y guamo												1						
Producción de café bajo sombrío de cinco especies leguminosas												1						
Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial				1														
Evaluación de densidades de materiales de porte alto, bajo sombrío												1						

Continúa...



**Tabla 27.** Resumen parque producción semilla Septiembre 2008

Subestación	Variedad	Área	Total tallos 2008	Tallos productivos 2008	Porcentaje total de tallos
Líbano	Castillo	8,70	75.121	73.673	26,3
Maracay	Castillo	6,05	60.760	49.031	21,3
El Rosario	Castillo	1,41	14.000	14.000	4,9
Santander	Castillo	1,00	9.200	9.200	3,2
Naranjal	Castillo	16,44	126.319	101.574	44,3
<b>Total</b>	<b>Castillo</b>	<b>33,60</b>	<b>285.400</b>	<b>247.478</b>	<b>100,0</b>
Naranjal	Castillo El Tambo	1,90	16.868	8.974	8,4
Naranjal	Castillo Paraguaicito	3,50	31.094	20.056	15,6
Naranjal	Castillo Naranjal	4,71	41.838	19.442	20,9
Naranjal	Castillo La Trinidad	1,34	11.916	7.676	6,0
Líbano	Castillo La Trinidad	0,90	8.520	0	4,3
Naranjal	Castillo El Rosario	3,80	33.468	18.536	16,8
El Rosario	Castillo El Rosario	1,68	16.800	6.000	8,4
Naranjal	Castillo Sta Bárbara	1,68	14.958	7.652	7,5
Líbano	Castillo Sta Bárbara	1,00	9.520	0	4,8
Naranjal	Castillo Pueblo Bello	1,26	11.186	6.858	5,6
Pueblo Bello	Castillo Pueblo Bello	0,60	3.600	600	1,8
<b>Total</b>	<b>Castillo Regional</b>	<b>22,37</b>	<b>199.768</b>	<b>95.794</b>	<b>100,0</b>
Líbano	TABI	0,20	1.020	1.020	9,1
Santander	TABI	0,23	600	600	5,3
Naranjal	TABI	3,15	9.330	5.250	82,9
Pueblo Bello	TABI	0,12	300	300	2,7
<b>Total</b>	<b>TABI</b>	<b>3,70</b>	<b>11.250</b>	<b>7.170</b>	<b>100,0</b>
Naranjal	S. Bernardo Orgánico Certificada	1,24	7.770	0	14,0
Naranjal	Castillo Orgánico Certificada	1,77	9.120	5.616	16,4
Santander	Castillo Orgánico Certificada	0,29	2.500	2.500	4,5
Naranjal	Caturra Orgánico Certificada	1,49	9.120	5.616	16,4
Santander	Caturra Orgánico Certificada	0,07	579	579	1,0
Naranjal	Maragogipe Orgánico Certificada	1,41	6.200	550	11,2
Santander	Maragogipe Orgánico Certificada	0,08	210	210	0,4
Naranjal	Borbón Orgánico Certificada	1,27	4.956	500	8,9
Santander	Borbón Orgánico Certificada	0,08	224	224	0,4
Naranjal	Típica Orgánico Certificada	1,77	7.596	4.080	13,7
Santander	Típica Orgánico Certificada	0,08	217	217	0,4
Naranjal	Tabi Orgánica Certificada	1,52	6.100	5.600	11,0
Santander	Tabi Orgánica Certificada	0,36	950	950	1,7
<b>Total</b>	<b>Orgánico Certificada</b>	<b>11,43</b>	<b>55.542</b>	<b>26.642</b>	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>Castillo</b>	<b>33,60</b>	<b>285.400</b>	<b>247.478</b>	<b>51,7</b>
<b>Total</b>	<b>Regionales</b>	<b>22,37</b>	<b>199.768</b>	<b>95.794</b>	<b>36,2</b>
<b>Total</b>	<b>TABI</b>	<b>3,70</b>	<b>11.250</b>	<b>7.170</b>	<b>2,0</b>
<b>Total</b>	<b>Orgánico Certificada</b>	<b>11,43</b>	<b>55.542</b>	<b>26.642</b>	<b>10,1</b>
<b>Gran total</b>	<b>Todas las semillas</b>	<b>71,10</b>	<b>551.960</b>	<b>377.084</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 28.** Producción de semilla (kg cp) convencional durante el período Octubre 2007- Septiembre 2008

Subestación	Variedad Castillo® (kg)	Variedades Castillo® Regionales (kg)							Variedad Tabi (kg)	Otras variedades				
		Naranjal	El Rosario	La Trinidad	Paraguaicito	Sta Bárbara	Pueblo Bello	El Tambo		Típica	Borbón	Maragogipe	Caturra	San Bernardo
El Rosario	7.264,0		42											
Líbano	17.310,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Santander	3.498,5								496,0					
Maracay	10.882,5													
Naranjal	22.215,5	1.234,5	1.444,5	354,0	1.117,5	1.755,0	408,5	499,5	118					
Pueblo Bello							140,0		180,0					
<b>TOTAL</b>	<b>61.170,5</b>	<b>1.234,5</b>	<b>1.444,5</b>	<b>354,0</b>	<b>1.117,5</b>	<b>1.755,0</b>	<b>548,5</b>	<b>499,5</b>	<b>794,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

## Producción de semilla certificada

En la Estación Central Naranjal y la Subestación Santander se continuó el proyecto para la producción de semillas orgánicas certificadas, debido a que las nuevas tendencias del mercado presentan oportunidades para el café procedente de sistemas de producción sostenibles, para los cuales se requiere a muy corto plazo, garantizar una oferta de semilla certificada para poder cumplir con las diferentes normativas de estos mercados. A partir del año 2009 se tendrá disponibilidad de esta semilla.

## Estimativos de producción de semilla para el año 2009

En la Tabla 29 se tiene una estimación de la cantidad de semilla convencional y regional que se podría producir para el año 2009, la cual se calcula en aproximadamente 60.000 kg de Variedad Castillo® convencional y 48.100 kg de Variedad Castillo® Regional. En el caso de variedad Tabi se estima una producción de 6.000 kg. De semilla certificada se estima una producción de 6.700 kg (Tabla 30).

## Distribución de semilla

En la Tabla 31 se discrimina por Comités de Cafeteros, la entrega de semilla en el lapso octubre de 2007 - septiembre de 2008. En total se entregaron 68.778 kg de semilla (39,5% más que el período anterior) de los cuales 61.170,5 kg correspondieron a la Variedad Castillo®, 6.813,5 a las Variedades Castillo® Regional y 794 kg a la variedad Tabi. Antioquia, Caldas, Tolima, Risaralda, Valle y Huila fueron los mayores consumidores de la Variedad Castillo®, mientras que Cesar-Guajira, Magdalena y Tolima lo fueron para Tabi.

Las semillas de las Variedades Castillo® Regional se distribuyeron en la siguiente forma:

- Variedad Castillo® Naranjal: 1.234,5 kg (Caldas, Quindío, Risaralda)
- Variedad Castillo® El Rosario: 1.444,5 kg (Antioquia, Caldas y Risaralda)
- Variedad Castillo® Paraguaicito: 1.117,5 kg (Quindío y Valle)
- Variedad Castillo® La Trinidad: 354,0 kg (Tolima)
- Variedad Castillo® Santa Bárbara:

**Tabla 29.** Producción estimada de semillas convencionales (kg cps) para el año 2009

Subestación	Variedad Castillo kg	Variedades Castillo Regional							Variedad Tabi kg
		Naranjal	El Rosario	La Trinidad	Paraguaicito	Sta Bárbara	Pueblo Bello	El Tambo	
El Rosario	4.200,0		5.000,0						
Líbano	27.000,0			500,0		500,0			350,0
Santander	1.800,0								500,0
Naranjal	27.000,0	10.000,0	9.000,0	3.000,0	8.500,0	4.000,0	3.000,0	4.500,0	5.000,0
Pueblo Bello							100,0		150,0
<b>TOTAL</b>	<b>60.000,0</b>	<b>10.000,0</b>	<b>14.000,0</b>	<b>3.500,0</b>	<b>8.500,0</b>	<b>4.500,0</b>	<b>3.100,0</b>	<b>4.500,0</b>	<b>6.000,0</b>

**Tabla 30.** Producción estimada de semilla orgánica (kg cps) para el año 2008.

Subestación	Semilla orgánica certificada (kg)							Total
	Castillo	Típica	Borbón	Maragogipe	TABI	Caturra	San Bernardo	
Santander	500	50.0	50	50	500	150	0	<b>1300</b>
Naranjal	1500	1000.0	100	1900	1500	1400	0	<b>7400</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2000</b>	<b>1050</b>	<b>150</b>	<b>1950</b>		<b>1550</b>	<b>0</b>	<b>6700</b>

1.755,0 kg (Cundinamarca)  
 Variedad Castillo® Pueblo Bello: 408,5 kg  
 Cesar-Guajira, N. de Santander y Magdalena)  
 Variedad Castillo® El Tambo: 499,0 kg  
 (Cauca y Nariño)

En la Tabla 32 se hace un comparativo de la distribución de semilla Variedad Castillo®, Variedad Castillo® Regional y Tabi, para los años cafeteros 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008. Se observa que para el año 2008 con relación al año anterior, se tuvo un aumento de la oferta del 39,5%.

## INVESTIGACIÓN EN MAÍZ

**Proyecto maíz de la zona cafetera: convenio Federacafé - Cimmyt - FENALCE. Evaluación de germoplasma mejorado de maíz para las condiciones de la zona cafetera colombiana.** Las actividades realizadas en este período se han orientado a la difusión del híbrido FNC3056, la liberación de los híbridos FNC317 y FNC318, la evaluación de germoplasma con tolerancia a pudrición de mazorca, evaluación de nuevos híbridos y variedades experimentales.

**En La Catalina** se colaboró con el CIMMYT en el proyecto de evaluación de híbridos experimentales de maíz para la zona cafetera colombiana. Las actividades realizadas durante el primer semestre de 2008 comprenden la ejecución de 11 ensayos de evaluación de rendimiento donde se probaron 35 líneas, 75 variedades y 236 híbridos de maíz. De acuerdo al color del grano se han evaluado: 40 variedades amarillas y 35 blancas. Para el caso de híbridos se evaluaron 119 híbridos amarillos y 117 blancos.

Entre los ensayos de híbridos, se sembró la prueba de evaluación agronómica de híbridos amarillos y se observó que el rendimiento de grano del híbrido HEZC318 fue 28% más que el del testigo (C4004). Este híbrido fue aprobado por el ICA para su comercialización en Colombia con el nombre de FNC318. Simultáneamente se aprobó también el híbrido amarillo FNC317. Estos dos híbridos son producto del convenio y ya están a disposición de los productores cafeteros. En el II semestre del 2008 se ha programado evaluar 360 híbridos amarillos y 258 híbridos blancos.

**Tabla 31.** Distribución de semilla de café, a los Comités de Cafeteros. Período Octubre 2007 - Septiembre 2008.

Comité	Kilogramos de semilla entregados, Oct, 2007 - Sept, 2008										Total Entregas	Porcentaje Participación
	Castillo	Castillo Naranjal	Castillo El Rosario	Castillo Paraguaicito	Castillo La Trinidad	Castillo Santa Bárbara	Castillo Pueblo Bello	Castillo El Tambo	TABI			
Antioquia	10.059,5		988,5								11.048,0	16,1
Boyacá	489,0								80		569,0	0,8
Caldas	7.720,5	822,0	330,0								8.872,5	12,9
Cauca	4.870,5							496,5			5.367,0	7,8
César-Guajira	3.202,5						250,5		338		3.791,0	5,5
Cundinamarca	4.330,5					1.753,5					6.084,0	8,8
Huila	7.123,5							3,0			7.126,5	10,4
Magdalena	565,5						100,5		100		766,0	1,1
Nariño	2.554,5										2.554,5	3,7
Norte de Santander	1.392,0						16,5				1.408,5	2,0
Quindío	1.989,0	183,0		913,5							3.085,5	4,5
Risaralda	3.493,5	204,0	90,0								3.787,5	5,5
Santander	5.650,5								76		5.726,5	8,3
Tolima	5.566,5				354,0				149		6.069,5	8,8
Valle	1.431,0			162,0							1.593,0	2,3
Oficina de enlace (Caq, Cas, Meta)	666,0										666,0	1,0
Otros	66,0	25,5	36,0	42,0		1,5	41,0		51		263,0	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>61.170,5</b>	<b>1.234,5</b>	<b>1.444,5</b>	<b>1.117,5</b>	<b>354,0</b>	<b>1.755,0</b>	<b>408,5</b>	<b>499,5</b>	<b>794</b>		<b>68.778,0</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 32.** Comparativo de distribución de semilla Octubre 2000 – Septiembre 2008

Tipo de semilla	OCT 2004 - SEP 2005	OCT 2005 - SEP 2006	OCT 2006 - SEP 2007	OCT 2007 - SEP 2008
Variedades Castillo	34.517,0	47.174,5	35.540,0	61.170,5
Variedades Castillo Regional	0,0	8.814,5	4.334,0	6.813,5
TABI	2.464,0	928,0	1.751,0	794,0
<b>TOTAL</b>	<b>36.981,0</b>	<b>56.917,0</b>	<b>41.625,0</b>	<b>68.778,0</b>

Con Fenalce se colaboró en varios ensayos de los proyectos de Suelos y Nutrición y del programa de Fitomejoramiento de Maíz. En el proyecto de Suelos y Nutrición se pretende realizar trabajos para estudiar aspectos relacionados con la relación suelo:planta, evaluando principalmente el estado nutricional de los diferentes suelos en relación a la reserva nutricional como aporte al cultivo de maíz, con el fin de suministrar mediante el uso de fertilizantes únicamente la cantidad de nutrientes extraído por el cultivo. De igual manera, se evalúan las nuevas tecnologías relacionadas con fertilizantes, trabajos desarrollados con el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI) y algunas compañías productoras del país (Monómeros). Otro aspecto de este proyecto busca evaluar la distribución espacial de las plantas en el cultivo de maíz, con el fin de lograr un arreglo que permita mejorar los rendimientos. En el proyecto Fitomejoramiento de Maíz, se establecen las pruebas de evaluación agronómica que consisten en ensayos de rendimiento de varios híbridos promisorios de maíz evaluados bajo diseño estadístico (bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y seis surcos por genotipo). Estos ensayos son supervisados por funcionarios del programa de semillas del ICA y son requisito indispensable para liberar un nuevo híbrido en determinada zona agroecológica. En esta fase FENALCE está evaluando híbridos desarrollados por el programa de Fitomejoramiento de Maíz

e híbridos de los convenios con las instituciones CIMMYT y FIDAR.

**En Paraguaicito** en el convenio con FENALCE y Cimmyt se desarrollaron 11 experimentos. De igual manera, Syngenta y Semillas Valle realizaron pruebas de eficiencia agronómicas en maíz para la zona cafetera.

## Transferencia de Resultados

Una de las actividades más importantes de las Subestaciones es servir como centro regional para la difusión de los resultados obtenidos con los experimentos que se desarrollan en cada una, mediante la capacitación a un numeroso grupo de visitantes vinculados con la caficultura o el sector agrícola en general.

Durante el período del informe se atendieron un total de 9.202 visitantes (11,7% menos que en el período anterior). De estos visitantes, el mayor número se atendió en las Subestación Líbano (2.704), seguido por la Subestación El Rosario (1.430) y La Estación Central Naranjal (1.420) (Tablas 33 y 34).

Otra actividad de transferencia importante fue la atención a 167 giras de caficultores (5.350 participantes) (Tabla 33). Además, se colaboró en 26 días de campo a los cuales asistieron 3.052 caficultores (Tabla 35).

TABLA 33. Participantes en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel regional.

Octubre 2007-Septiembre 2008

Subestación	N° Estudiantes	N° Docentes	N° caficultores	N° Técnicos	N° Extensionistas	Otros	Total	N° Giras	N° Días campo	Ferías	Talleres	N° Visitas Técnicos Cenicafé	N° visitas Auxiliares Cenicafé
El Tambo	99	13	879	13	94	0	1.098	21	4			19	3
Paraguaicito	104	4	482	31	13	5	639	4	2			175	166
La Catalina	183	24	372	6	158	30	773	9	2			78	7
Líbano	631	9	1.604	73	311	76	2.704	18	5	1	22	42	31
Naranjal	180	78	774	98	258	32	1.420	29	4			1.073	213
El Rosario	456	23	665		137	149	1.430	64	6			27	18
Santander	325	50	232		15		622	13	2			8	1
Pueblo Bello	51	8	342	28	25	62	516	9	1			17	
TOTAL	2.029	209	5.350	249	1.011	354	9.202	167	26	1	22	1439	439

**Tabla 34.** Temas tratados en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel Regional. Octubre 2007 - Septiembre 2008

TEMA	El Tambo	Paraguaicito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello
Beauveria	x	x	x		x		x	x
Beneficio TRAD	x	x			x		x	x
Becolsub		x		x		x	x	x
Métodos Recolección	x	x	x		x	x	x	x
Lombric	x	x	x	x	x		x	x
Exptos Café	x	x	x	x	x	x	x	x
Broca	x	x	x	x	x	x	x	x
Admon	x	x			x	x	x	x
V. Castillo	x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo Cafetales	x	x	x	X	x	x	x	x
Rec. Naturales		x		x	x	x	x	x
Selector	x	x	x	x	x	x	x	x
Ganadería						x	x	
Café Orgánico	x				x		x	x
Maíz	x	x	x	x	x	x	x	
BPA	x	x	x	x	x	x	x	x

## Implantación de las buenas prácticas agrícolas - Sistema Integrado de Gestión

Un aspecto de gran relevancia para la caficultura actual y futura es la producción del café bajo estándares técnicos, ambientales y sociales definidos y para apoyar estas iniciativas, se continuó en la Estación Central Naranjal el **Proyecto Piloto de Implantación del Sistema Integrado de Gestión (SIG)** en los componentes de calidad, ambiental y social.

Este conjunto de conocimientos constituyen las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** que están siendo promovidas cada vez más por el sector privado, los comercializadores y los productores, como respuesta a la demanda de los consumidores por alimentos sanos y producidos de manera sostenible.

Las BPA constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sostenibilidad ambiental, económica y social en las explotaciones cafeteras y es necesario que las

Subestaciones incorporen como parte activa en sus actividades de transferencia, la aplicación de las mismas. Para tal efecto, se decidió iniciar el proceso de adopción de toda esta metodología mediante un proyecto piloto en la Estación Central Naranjal, el cual se viene haciendo extensivo a todas las Subestaciones.

## Componente de calidad

En la Estación central Naranjal se realizaron actividades en el área de formación de la titulación “Producción de café”, convenio con el SENA en los módulos “Establecimiento y manejo de plantaciones de café”, “Manejo integrado de plagas del café” y “Manejo integrado de enfermedades del café”, en las que participaron 60 personas de la cooperativa Coopservín y personal de nómina de Cenicafé. En el mes de junio se realizó una capacitación para el mantenimiento y calibración de equipos de aspersión. Del total que recibieron formación 31 personas acreditaron su competencia.

**Tabla 35.** Días de campo . Octubre 2007-Septiembre 2008

Subestación	Actividad	No. de Participantes	Patrocinadores
<b>El Tambo</b>	Nuevos híbridos de maíz para la zona cafetera	120	Comite de Cafeteros del Cauca
	Nuevos híbridos de maíz para la zona cafetera	120	Comite de Cafeteros del Cauca
	Nuevos híbridos de maíz para la zona cafetera	120	Comite de Cafeteros del Cauca
	Nuevos híbridos de maíz para la zona cafetera	120	Comite de Cafeteros del Cauca
<b>Paraguaicito</b>	Créditos para la plantación por renovación de cafetales envejecidos a pequeños caficultores	250	Comité Departamental de Cafeteros del Quindío. - Cenicafé
	Oferta tecnologica de maíz para zona cafetera	92	FENALCE - CIMMYT - COMITÉ QUINDIO - Cenicafé
<b>La Catalina</b>	Reconversión social de la caficultura	134	Comité de Cafeteros de Risaralda - Cenicafé
	Oferta Tecnológica de Maíz para zona cafetera	103	Fenalce - Cimmyt - Comite de Cafeteros de Risaralda - Cenicafé
<b>Líbano</b>	Renovación de cafetales envejecidos	385	Comité de Cafeteros del Tolima
	Renovación de cafetales envejecidos	147	Comité de Cafeteros del Tolima
	Café y maíz	28	Fenalce - Comité de Cafeteros del Tolima
	Café y maíz	139	Fenalce - Comité de Cafeteros del Tolima
	Plan Estratégico FNC 2008 - 2012	89	Oficina Central - Comité de Cafeteros del Tolima
<b>Naranjal</b>	Renovación de Cafetales	144	Comite cafeteros de Caldas
	Híbridos promisorios de maíz en zona cafetera	149	Fenalce - Comite cafeteros Caldas - IPA
	Reconversión Cafetera	193	Comite cafeteros de Manizales
	Reconversión Cafetera	206	Comite cafeteros de Manizales
<b>El Rosario</b>	Buenas Prácticas Agrícolas	26	Comité de Cafeteros de Antioquia
	Buenas Prácticas Agrícolas	13	Comité de Cafeteros de Antioquia
	Buenas Prácticas Agrícolas	31	Comité de Cafeteros de Antioquia
	Buenas Prácticas Agrícolas	22	Comité de Cafeteros de Antioquia
	Buenas Prácticas Agrícolas	34	Comité de Cafeteros de Antioquia
	Buenas Prácticas Agrícolas	56	Comité de Cafeteros de Antioquia
<b>Santander</b>	Maíz, Café, Abonos orgánicos	89	Fenalce
	Cafés especiales, Sombríos, Abonos orgánicos, Variedades	82	Comité de Cafeteros
<b>Pueblo Bello</b>	Renovación de cafetales y Variedad castillo regional	160	Comité de Cafeteros Cesar Guajira
<b>TOTAL</b>		3.052	

En las demás Subestaciones se continuó fortaleciendo la gestión administrativa con la puesta en marcha de un proceso de planeación, ejecución, evaluación y toma de correctivos, con el fin incrementar el componente de calidad tanto en los procesos de investigación como productivos de las Subestaciones (Tabla 36).

### Componente ambiental

En la Estación Central Naranjal se realizaron las adecuaciones de la bodega de químicos, se construyeron los sistemas sépticos del núcleo y la casa principal y del sector de bodegas y el beneficio, y se habilitaron dos servicios sanitarios en las áreas de trabajo agrícolas, con sus sistemas sépticos completos. Se reforzó, mediante actividades educativas, el concepto y aplicación práctica de manejo de residuos ordinarios y manejo seguro de plaguicidas, se acompañó al grupo de SIG de ETIA y al SENA en la realización de ocho capacitaciones a las cuales asistieron 198 personas.

En las demás Subestaciones se continuó fortaleciendo la gestión ambiental con la puesta en marcha de procesos de diagnóstico, evaluación y toma de correctivos con el fin incrementar el componente ambiental tanto en los procesos de Investigación como productivos de las Subestaciones (Tabla 37).

### Componente social

Se hizo acompañamiento en la búsqueda y mejora de los equipos de protección que utilizan las personas dedicadas a labores específicas de manejo de productos que implican riesgo. En el caso de los overoles se probaron varios materiales que permitieran brindar comodidad al operario, que fueran impermeables y que ofrecieran menor fatiga. Con la colaboración del grupo SIG de ETIA se capacitaron 70 personas sobre el mantenimiento y uso de elementos de protección personal; posteriormente en otra actividad enfocada al sistema de gestión integrado, asistieron 20 personas. Para bienestar de los trabajadores de campo, durante la ejecución de las labores agrícolas, se construyeron dos baterías sanitarias en lotes dedicados a la producción de café, dichas baterías cuentan con un lavamanos, el sanitario con tanque y una caseta cerrada.

En las demás Subestaciones se continuó fortaleciendo la gestión en el componente social con la puesta en marcha de procesos de capacitación y mejoramiento de las condiciones en que se desenvuelven los trabajadores (Tabla 38).

## V. CONTROLADORES BIOLÓGICOS Y BIODIVERSIDAD

### Evaluación de inóculos comerciales de micorrizas.

Con el propósito de ofrecer alternativas de insumos que estén disponibles comercialmente para ser usados en almácigos de café, se evaluaron cuatro inóculos comerciales de micorrizas arbusculares. En diferentes dosis y sustratos se apreció el beneficio en las plantas de los inóculos "Abonamos", "Glomales de Antioquia" y "Micorrhiza Plant-Bio", que se pueden utilizar como insumo biológico para estimular el crecimiento y la nutrición de las plantas. El producto "Bioestimulante radicular" no presentó diferencias con las plantas no tratadas y, por lo tanto, no se recomienda para café en almácigo (Figura 22).



**Figura 22.** Efecto de inóculos comerciales de micorrizas arbusculares en plantas de almácigo de café. De arriba hacia abajo: plantas de café en suelo estéril, en suelo nativo+lombricompost y en suelo nativo+lombricompost, asociadas con un inóculo comercial de micorriza arbuscular.

Tabla 36. Avances en la implantación del Modelo de Gestión de Calidad y BPA en las Subestaciones experimentales. Octubre 2007-Septiembre 2008

Estación	Componente calidad	Componente ambiental	Componente social
<p><b>Estación Central Naranjal</b></p>	<p>Se realizaron actividades en el área de formación de la titulación "Producción de café", convenio con el SENA en los módulos "Establecimiento y manejo de plantaciones de café", "Manejo integrado de plagas del café" y "Manejo integrado de enfermedades del café" en las que participaron 60 personas de la cooperativa Coopservin y personal de nómina de Cenicafé. En junio se realizó una capacitación para el mantenimiento y calibración de equipos de aspersión. Del total que recibieron formación 31 acreditaron su competencia.</p>	<p>Se realizaron las adecuaciones de la bodega de químicos, se construyeron los sistemas sépticos del núcleo y casa principal y del sector de bodegas y beneficio y se habilitaron dos servicios sanitarios en las áreas de trabajo agrícolas, con sus sistemas sépticos completos. Se reforzó, mediante actividades educativas, el concepto y aplicación práctica de manejo de residuos ordinarios y manejo seguro de plaguicidas, se acompañó al grupo de SIG de ETIA y al SENA en la realización de ocho capacitaciones a las cuales asistieron 198 personas.</p>	<p>Se hizo acompañamiento en la búsqueda y mejora de los equipos de protección que utilizan las personas dedicadas a labores específicas de manejo de productos que implican riesgo, en el caso de los overoles se probaron varios materiales que permitirían brindar comodidad al operario, que fueran impermeables y que ofrecieran menor fatiga; con la colaboración del grupo SIG de ETIA se dio capacitación sobre el mantenimiento y uso de elementos de protección personal, evento al cual asistieron 70 personas, posteriormente en otra actividad enfocada al sistema de gestión integrado, asistieron 20 personas</p>
<p><b>El Rosario</b></p>	<p>Se cambió la chimenea y depósito de cenizas de la secadora que se encontraba deteriorado, el nuevo es en acero inoxidable</p>	<p>Se adelantaron adecuaciones para obtención de concesión de aguas por parte de la autoridad ambiental (Corantioquia)</p> <p>Se instalaron canecas marcadas para separación de residuos sólidos</p>	<p>Se marcaron rutas de evacuación e instalaron extintores</p> <p>Se capacitó un operario en manejo seguro de plaguicidas</p>
<p><b>Santander</b></p>	<p>Elaboración de una planilla para dejar consignada la trazabilidad de todos los lotes de café, tanto comercial como semilla; evaluación de la recolección, en sus 4 componentes: calidad, eficiencia, eficacia y pérdidas. Estandarización de las labores de manejo de arvenses y fertilización; acondicionamiento la bodega para efectuar una separación física de los diferentes insumos y productos; reparaciones físicas en el beneficiadero con el fin de asegurar limpieza y orden; demarcación de un área independiente para el manejo de la producción de semilla orgánica; identificación de las diferentes áreas</p>	<p>Acondicionamiento de un sitio de acopio de residuos, debidamente clasificados; triple lavado de los envases de agroquímicos y posterior perforación; elaboración de trampas para retención de lixiviados y tintas en las fosas de las pulpas; disposición final de cabezas de lavado en eras de tierra para producción de abonos; acondicionamiento de contenedores en arena para el almacenamiento de combustible; reforestación de 2 hectáreas en convenio con la CDMB y Comitecafé Santander; instalación de 6 recolectores de basuras en los sitios de mayor tránsito en campo agrícolas</p>	<p>Capacitación del personal de acuerdo a las cartillas de café del convenio SENA, en los temas de recolección, beneficio y manejo de arvenses; acondicionamiento de un sitio, bajo sombra, para los descansos del personal; acondicionamiento de un cuarto como vestier y guardarropa, dotado de botiquín</p>
<p><b>Pueblo Bello</b></p>	<p>Las bodegas se organizaron disponiendo las herramientas por separado de los agroquímicos, y éstos se clasificaron y ordenaron en estantes, igualmente los fertilizantes se ordenaron en arremes con estibas de madera. En cuanto al beneficiadero se continúa manejando un plan de limpieza diaria y se instaló un quemador a cisco de café en reemplazo del quemador de ACPM para la secadora.</p>	<p>Se ha dispuesto un plan de manejo de basuras mediante la separación de materiales, como plásticos, vidrio, papel y residuos orgánicos acopiándolos por separado. Se construyeron dos contenedores con arena para el manejo y almacenamiento seguro de combustibles y lubricantes. Se implementó el triple lavado de los envases de agroquímicos y su previa inhabilitación para almacenarlos en un sitio para residuos peligrosos. En los escampaderos ubicados en el campo se instalaron recolectores de basura.</p>	<p>Se adquirieron elementos de seguridad como extintores, cascos, mascarillas, cinturones lumbares, gafas, protectores auditivos y se instruyó al personal sobre el correcto uso de estos elementos. Se han instalado señales de protección y prevención.</p>

Tabla 37. Avances en la implantación del Modelo de Gestión de Calidad y BPA en las Subestaciones experimentales. Octubre 2007-Septiembre 2008

Subestación	Componente calidad	Componente ambiental	Componente social
Tambo	<p>Construcción e instalación de germinadores y almácigos, según las recomendaciones de Cenicafé. Fortalecimiento en prácticas como: Manejo Integrado de Arvenses, Manejo Integrado de la broca (Registros mensuales del nivel de infestación y RE-RE), registros de floración en forma cualitativa y cuantitativa, fertilización al voleo, fertilización con base al análisis de suelos. Calibración de equipos de aspersión y utilización de boquillas de acuerdo al producto que se utilice (fungicida, insecticida, herbicida, etc), uso racional de agroquímicos. Recolección de frutos maduros para mejorar la calidad de la cosecha, evaluación de la recolección en el coco (Documentación). Beneficio ecológico del café (Beccolub 600). Utilización del Aroandes en la cosecha manual asistida del café (Documentación). Instalación de secaderos parabólicos y paseras solares. Acondicionamiento y ordenación de una bodega para el almacenamiento de agroquímicos y herramientas. Señalización de lotes y áreas de trabajo. Registros diarios de labores</p>	<p>Se dispone de un área para el acopio de residuos sólidos, envases de agroquímicos, entre otros. Dentro de la bodega de agroquímicos, se acondicionó un área para realizar la mezcla de agroquímicos y contención de derrames (arena de derrames). Residuos como plásticos y vidrios son almacenados y posteriormente transportado hasta el basurero municipal de Timbío - Cauca. Elaboración del plan de emergencias de la subestación experimental El Tambo. Ubicación de basureros construidos en guadua en cada uno de los lotes con café, almácigos, bodega y beneficiadero. Calibración de equipos de aspersión, volúmenes de aplicación y dosis adecuada de agroquímicos.</p>	<p>Buenas relaciones con los colaboradores. Se facilitan los equipos de protección que el personal necesita para la manipulación de agroquímicos y herramientas (guadaña, motosierra). Identificación de los riesgos y peligros asociados a cada uno de los procesos identificados en el sistema de producción de café. Trato justo y construcción de un sitio adecuado para que los trabajadores consuman sus alimentos. Reuniones e integración con los colaboradores (Cumpleaños, diciembre).</p>
Paraguaiquito	<p>La Subestación realizó esfuerzos en el momento de planificar las actividades asesoró a los contratistas en calibraciones de equipos y de operarios antes de entrar a una actividad (germinadores, almácigos, siembras, levante, recolección y beneficio). Se supervisaron las labores en lotes experimentales y comerciales, se realizaron evaluaciones, seguimiento y monitoreo, se tomaron medidas correctivas necesarias. Todo esto llevó a un uso racional de insumos y recursos en la granja, se aseguró la calidad de las labores por ende la del producto final, que fue café tipo Federación, reflejado en el 73% del café que se facturó en la Cooperativa. De igual forma se refleja la calidad de la toma de información y la aplicación de tratamientos en lotes experimentales.</p>	<p>La subestación experimental durante este año cafetero realizó un uso óptimo de los recursos naturales, el aprovechamiento de la energía solar en el secado de café y de muestras de lotes experimentales, implementó un secador parabólico y se mantuvo y reparó el construido. Por tanto en este año cafetero no fue necesaria la utilización de energía generada por cisco de café en los silos para el secado y se evitó la expulsión de gases de combustión.</p> <p>En el recurso suelo podemos destacar una serie de prácticas para la conservación de los mismos, siembra de <i>guanful Cajanus cajan</i> y de <i>Tephrosia candida</i> en los lotes donde se ha eliminado café, y la utilización como sombrío transitorio en las siembras nuevas de café, el uso o sostenimiento de las barreras vivas, amarres de fuente de aguas, conservación de cunetas en las carreteras. En la prevención de las erosiones de los suelos, se han desarrollado medidas estratégicas como: establecimiento de franjas protectoras en las carreteras.</p>	<p>Durante el año cafetero 2007-2008 la Subestación generó 4.630 jornales. Se presentó una disminución en jornales de 17,06% con respecto al año anterior, sin embargo la subestación sigue siendo una fuente importante de empleo en la región. En cuanto a la distribución porcentual, los jornales de los lotes experimentales fueron alrededor del 49,50% seguido del centro de costo de la subestación con el 31,47% y los lotes comerciales con el 19,03%. Se llevo una cordial amistad laboral de los empleados de nómina y contratistas, creando un ambiente sano de trabajo.</p> <p>Bienestar del trabajador (salud, seguridad, capacitación). A pesar de que no se cuenta con todos los componentes sociales, la Subestación brindó a los trabajadores por intermedio de los contratistas: Un adecuado botiquín móvil para atender primeros auxilios en accidentes de trabajo, por fortuna no hubo brindan dormitorios en buen estado tanto para auxiliares de la empresa como para trabajadores</p>

Continúa...

...Continuación

Se garantizó el buen desarrollo de los experimentos y la recopilación de la información experimental veraz y confiable con el fin de generar tecnología para el bienestar del caficultor y su familia. Se incrementó la productividad de la Subestación con mayor cantidad de café Tipo Federación, mejor conversión y menor factor de rendimiento con respecto al período anterior. Se conservó la calidad en la recolección, adoptando por parte de los recolectores la filosofía de no dejar más de 5 frutos en promedio por árbol, así como las condiciones de higiene en el proceso de recolección y beneficio del café. Se mejoró la calidad de las labores agrícolas con el fin de optimizar las jornadas laborales y por ende el desarrollo de los cultivos. Se hizo una puntual y justa remuneración de las labores con el fin de garantizar el bienestar de la familia campesina.

La Catalina

Se continuó con el programa de manejo integrado de plagas y enfermedades con énfasis en biológicos con el fin de minimizar el impacto ambiental al ecosistema cafetero, para este período no se realizaron aplicaciones de insecticidas. Se mantiene el triple lavado y la perforación de los empaques plásticos donde vienen los agroinsumos. Se envían a Cenicafé los productos vencidos y los envases de productos químicos, debidamente rotulados para su correspondiente incineración. Se reconstruyó la fosa para la pulpa de café con el fin de mantener el manejo de los lixiviados del beneficio del café mediante la planta de tratamiento. Se continúa llevando a cabo la separación de las basuras para entregarlas a la Empresa Transportadora de forma independiente. Se continuó con la optimización de los recursos naturales mediante la implementación de un secador parabólico para el secado de las muestras experimentales de café, mediante la energía solar.

Por los requerimientos de los experimentos y actividad comercial de la Subestación, se aumentaron los jornales ocasionales en un 72,8 % con respecto al período anterior, fuente de empleo para muchas familias de la región. Se viene llevando a cabo la adecuación de los ranchos en los lotes para el bienestar de los trabajadores al momento de descanso y consumo de alimentos. Se continúa con una remuneración justa con el fin de mejorar la calidad de vida de los empleados y sus familias. Se pretende ingresar a los trabajadores a la Cooperativa Asociativa de Empleados, con el fin de brindarles seguridad social para ellos y sus familias. En la cosecha principal de café se continúan realizando actividades deportivas con los recolectores y empleados en general. Se mantuvo la entrega de dotaciones y elementos de protección para las labores agrícolas, a través de los contratistas. A final de año calendario se hace la integración con todos los empleados mediante un día de diversión y actividades deportivas.

**Tabla 38.** Avances en la implantación del Modelo de Gestión de Calidad en las Subestaciones experimentales.

Octubre 2007-Septie 2008

Subestación	Componente calidad	Componente ambiental	Componente social
Líbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Actualización de inventarios de activos, equipos y herraminetas.</li> <li>▪ Separación de agroquímicos de combustibles y otros.</li> <li>▪ Separación de la cal dolomítica de los fertilizantes en bodega de La Subestación.</li> <li>▪ Estandarización de las medidas de fertilizantes más utilizadas.</li> <li>▪ Clasificación y señalización de los insumos en almacén.</li> <li>▪ Identificación de herramientas y equipos en uso.</li> <li>▪ Señalización de instalaciones (bodegas, beneficiaderos, baños, oficinas, etc).</li> <li>▪ Plan de limpieza en el beneficiadero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programación y realización de brigadas de aseo.</li> <li>▪ Construcción de centro de acopio de los residuos ordinarios en Las Granjas la Unión y La Trinidad.</li> <li>▪ Señalización de canecas de los residuos ordinarios.</li> <li>▪ Colocación de dispensadores en los lotes para acopio de residuos sólidos ordinarios.</li> <li>▪ Elaboración de lombricultivo para residuos orgánicos domésticos.</li> <li>▪ Colocación de recipientes para acopio de residuos orgánicos domésticos.</li> <li>▪ Señalización de una caneca para los residuos peligrosos.</li> <li>▪ Realización del triple lavado de envases de pesticidas.</li> <li>▪ Rondas periódicas para acopiar envases de pesticidas en los campos de la Subestación.</li> <li>▪ Señalización de recipientes de almacenamiento de combustibles.</li> <li>▪ Revisión de pozos sépticos para su mantenimiento.</li> <li>▪ Construcción de contenedores de derrames de combustibles y agroquímicos.</li> <li>▪ Reparación de sistemas de conducción de aguas para controlar el desperdicio.</li> <li>▪ Colocación de avisos de prevención ambiental (basuras, cacería y conservación).</li> <li>▪ Reuniones de sensibilización de manejo de residuos ordinarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Destinación de sitio para guardar los elementos de protección.</li> <li>▪ Instalación de un lockers en un baño en La Granja La Trinidad.</li> <li>▪ Instalación de lockers individuales en La Trinidad para el personal de la recolección.</li> <li>▪ Aseguramiento de las herramientas para evitar accidentes.</li> <li>▪ Eliminación de objetos punzantes en las paredes de las bodegas.</li> <li>▪ Se inició capacitación en nutrición con las colaboradaoras de selección de semillas.</li> <li>▪ Elaboración del Plan de Emergencia de La Subestación Experimental Líbano.</li> <li>▪ Se inició el registro de accidente e incidentes.</li> <li>▪ Se hizo la formación en la competencia laboral obtención de colinos de café con los colaboradores deLa Subestación Experimental Líbano y La Granja Ceca de Prohaciendo.</li> <li>▪ Se fortaleció el proceso educativo con la vinculación de un pasante del Sena a La Subestación Experimental Líbano.</li> </ul>

## VI. MEJORAMIENTO GENÉTICO

### Conservación y evaluación de germoplasma de café.

**MEG 0500.** Este proyecto tiene por objetivo conservar, reorganizar, evaluar, documentar, ampliar y utilizar la Colección Colombiana de Café (CCC), procurando que su mantenimiento sea lo más eficiente posible. En desarrollo de sus actividades se estudiaron dos lotes de germoplasma. El Meg 0506 donde se conservaban progenies  $F_1$  de cruzamientos intravarietales de Borbón x San Ramón y de Caturra x Híbrido de Timor (H 3001), este último cruzamiento fue el que originó a la variedad Colombia. Las  $F_1$  de los cruzamientos de Borbón x San Ramón ya no tienen interés pues estas progenies que son susceptibles a la roya, resultaron de baja producción, y las del H 3001, se encuentran clonadas en otros lotes

de germoplasma, por lo tanto, estas progenies serán eliminadas. En el experimento Meg 0523 se encuentran principalmente cruzamientos interespecíficos complejos con *Coffea canephora*, muchos de los cuales no corresponden. Algunas plantas de interés por su resistencia a roya u otras características se clonarán y conservarán en otros lotes de germoplasma, pero estos experimentos se finalizarán.

También se continuaron las actividades de mantenimiento, renovación y ampliación de la Colección, realizando además de las actividades agronómicas corrientes, podas sanitarias, propagando vegetativamente algunas introducciones en mal estado y llevando a la CCC nuevas selecciones realizadas en la disciplina.

Dentro del proyecto de calidad, se han evaluado 208 introducciones de la Colección Colombiana de Café por contenido de cafeína, trigonelina, ácidos clorogénicos, lípidos y ácidos grasos. Con esta información, la de comportamiento agronómico y la de pasaporte se seleccionaron 70 introducciones que se evaluarán en ambientes contratantes de la zona cafetera.

Las escuelas de catación de los Comités de Cauca y Quindío evaluaron la calidad en taza de 55 introducciones de la Colección Colombiana de Café, encontrando que 13 introducciones tuvieron calificaciones superiores a 85 puntos. Éstas tenían características sobresalientes y atributos distinguibles. Los resultados muestran el potencial de la Colección Colombiana de Café para características asociadas a la calidad.

**Selección por resistencia a la roya.** Una de las estrategias en la búsqueda de resistencia durable a *Hemileia vastatrix*, es la recombinación de genes de resistencia a enfermedades y de otros atributos agronómicos existentes en el Híbrido de Timor y en fuentes de resistencia diferentes. Algunas de las líneas de la variedad Colombia y la Variedad Castillo<sup>®</sup>, que acumulan genes para resistencia a la roya, a la enfermedad de la cereza del café (*Colletotrichum kahawae* W.) (CBD) y características agronómicas de interés como tamaño de grano y producción, han sido cruzadas entre sí con el objetivo de acumular tanto los genes de resistencia del H de T 1343 como las características agronómicas fijadas durante su selección. Igualmente, algunas se han cruzado con introducciones de la Colección Colombiana de Café, especialmente silvestres, buscando nuevas combinaciones de genes para resistencia a enfermedades, calidad física y sensorial, y una arquitectura que favorezca la cosecha asistida y el manejo de la broca.

De los cruzamientos de líneas de la variedad Colombia y la Variedad Castillo<sup>®</sup> actualmente se evalúan 39 progenies  $F_3$  en el campo, 15 de las cuales han mostrado en los dos primeros años de cosecha, mayor producción que la var. Caturra y la Variedad Castillo<sup>®</sup>.

Como resultado de los cruzamientos entre las introducciones de la Colección Colombiana de Café con líneas de la Variedad Castillo<sup>®</sup>, y la selección en las diferentes generaciones se han obtenido 308 progenies  $F_1$ , 132 poblaciones  $F_2$  y de ellas, 256 progenies  $F_3$ . En la evaluación de la calidad en taza hecha a 24 poblaciones

$F_2$ , se encontraron 11 genotipos sobresalientes. Esos se clasificaron como de calidad **estándar y buena**, en ellos existe tan amplia variación en las características sensoriales que podría permitir seleccionar por atributos particulares o combinaciones de ellos, y contribuir a la diferenciación de nuevas tazas dentro de una valoración de excelencia en las características del café de Colombia. También se tiene como objetivo desarrollar variedades con tipo de planta compacta, ramas cortas y reducida ramificación secundaria en la base.

En el experimento MEG 0279, sembrados en siete ambientes, se están finalizando los registros para la selección de variedades compuestas de uso regional. En el análisis preliminar se destaca la variación existente en productividad, altura, diámetro de planta, número de cruces, etc. Las pruebas de calidad en taza que califican diez atributos, hechas a una fracción de las líneas en muestras recolectadas en los siete ambientes, indicaron buenas posibilidades para la selección de genotipos diferenciados en algunos atributos de la calidad o combinaciones de ellos. En estos ensayos también se está determinando el contenido de 20 compuestos químicos y espectros de infra rojo (NIRS) con el objetivo de evaluar la variación ambiental.

**Selección por resistencia a la enfermedad de los frutos (*Colletotrichum kahawae*).** Este proyecto busca obtener variedades mejoradas con resistencia a esta enfermedad. En este año se confirmó, mediante pruebas en laboratorio en el CIFC, la resistencia a esta enfermedad en siete plantas de la población  $F_2$  para mapeo, y además se encontraron otros 18 genotipos resistentes a uno o dos aislamientos de *C. kahawae* (Zimbabwe y Kenia). Mientras que la accesión CCC 1146, mostró nuevamente resistencia al aislamiento de Zimbabwe y también presentó resistencia al de Camerún. Los genotipos FL 44, FL 61 y FL 125, que son  $F_2$  del segundo retrocruzamiento a Caturra de *C. canephora* (CCC 1003), y el genotipo BI.76, que corresponde a una  $F_5$  del cruce de Caturra x Híbrido de Timor, mostraron resistencia a los aislamientos de Zimbabwe y Kenia. Por último, se sembraron en almácigo 176 progenies para cinco nuevos experimentos, y se obtuvo la población  $F_2$  de cruzamientos entre genotipos resistentes.

**Mejoramiento por hibridación interespecífica en café. MEG 0600.** Este proyecto tiene por objetivo transferir caracteres deseables, especialmente de resistencia, de las especies diploides a la especie *C. arabica*. En este

año se continuó con la evaluación de las poblaciones segregantes generadas de los retrocruzamientos a *C. arabica* de selecciones de *C. canephora*. Se finalizó la evaluación del experimento MEG 0658 en el cual se evaluaron 27 progenies  $F_4RC_1$  derivadas de las introducciones BP358 y BP 46, en un experimento con un diseño en látice rectangular de 6 x 5 con dos repeticiones, la unidad experimental fue un surco de 12 plantas, diez de ellas efectivas. Se usó como testigo susceptible la variedad Caturra y como testigo resistente la variedad Colombia. Se evaluó la roya, durante cinco años, siguiendo la escala de Eskes y Braghini, altura de planta, características de fruto y de grano y producción durante cinco cosechas. Los resultados mostraron que la mayor parte de las progenies provenientes de ambos progenitores tienen resistencia a la roya, y en muchas de las plantas no se ha observado la enfermedad (Tabla 39).

De las progenies evaluadas, 13 tuvieron granos grandes, algunas significativamente mayores que los de la variedad Caturra. Así mismo, 20 progenies tuvieron frecuencias de frutos vanos menores del 10%, muy cercano a los límites comerciales. La frecuencia de granos caracoles fue menor al 15% en 13 progenies (Tabla 40). La producción de las progenies estuvo entre 5,0 kg.año<sup>-1</sup> por planta (501 @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.), hasta 2,0 kg.año<sup>-1</sup> por planta (202,1 @.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.). Se encontraron diferencias significativas entre progenies en la producción anual de café pergamino por planta ( $p=0,05$ ), sin embargo la prueba de Dunett no mostró ninguna progenie inferior en productividad a la variedad Caturra, en el tratamiento en el cual se controló la roya. En conclusión, se trata de un conjunto de plantas muy promisorio, donde se seleccionarán las mejores progenies y los mejores individuos dentro de ellas para ser evaluadas en ensayos previos a su liberación.

## VII. IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS PLAGA DEL CAFÉ

**Identificación de cochinillas harinosas y hormigas asociadas a las raíces del café.** Los resultados de la investigación sobre identificación de cochinillas harinosas de la raíz del café en los municipios de Quimbaya, Montenegro, Armenia, Calarcá y La Tebaida en el Quindío, mostraron que el 64% de los árboles

tenían presencia de ellas. Se identificaron cinco géneros de cochinillas: *Puto* (77%), *Neochavesia* (16%), *Dysmicoccus* (3%), *Pseudococcus* (3%) y *Planococcus* (1%), asociadas a 19 géneros de hormigas, de las cuales sobresalieron los géneros *Tranopelta* sp. y *Acropyga* sp. (Tabla 41).

Evaluaciones realizadas sobre 14 almácigos mostraron que 80% de éstos contenían palomillas de la raíz. Predominó *Puto barberi* en un 90% de las plántulas evaluadas, *Dysmicoccus brevipes* y *Neochavesia caldasiae* en un 10%. Estos resultados concuerdan con las observaciones de campo y sugieren que los almácigos fueron la principal fuente de dispersión de esta plaga en el departamento del Quindío.

Evaluaciones realizadas en otros departamentos cafeteros permitieron detectar que en el municipio de Guadalupe (Santander), en 327 muestras (36%), se encontró una incidencia del 100% de la cochinilla *Neochavesia*, representada con dos especies: *N. caldasiae* en el 99% y *N. eversi* en el 1%. Asociadas a estas cochinillas se identificaron cinco géneros de hormigas, con predominancia del género *Acropyga* spp., en el 94% de las muestras evaluadas. En el departamento de Antioquia se identificaron insectos a partir de 40 muestras enviadas de 14 municipios, se encontró una incidencia de cochinillas harinosas en el 100% de ellas, representadas por cuatro géneros en los que sobresale *Puto barberi* en el 78% de las muestras y *Dysmicoccus* spp. en el 21% (Figura 23). Se identificaron 10 géneros de hormigas asociadas a estas cochinillas en donde predomina el género *Linepithema* sp., en el 40% de las muestras (Figura 24).

Este género de hormiga, que comúnmente se le denomina hormiga Argentina, se ha registrado en otros países, asociado a áfidos y cochinillas de la raíz causando grandes daños, ya que son invasores y eliminan otras especies nativas de hormigas. Esta especie causa problemas tanto en lugares habitados como en medios naturales. Estos nuevos registros tanto de cochinillas harinosas como de varios géneros de hormigas, alertan para comenzar programas de manejo en diferentes zonas cafeteras del país.

Se realizaron evaluaciones preliminares para validar productos y dosis de insecticidas químicos actualmente usados para el control de las cochinillas harinosas

de la raíz en árboles de café. Se evaluó en plantas de almácigo la aplicación de una dosis de productos y cuatro evaluaciones a los 4, 14, 24 y 34 días después de la aplicación (Figura 25). Los insecticidas Lorsban en concentración de 3 cc.L<sup>-1</sup> de agua y Malathion de 5 cc.L<sup>-1</sup> se mostraron promisorios para el manejo de esta plaga en almácigos de café.

Se hace necesario realizar investigación en tecnología de aplicación de productos dada la ubicación de las cochinillas, tanto en las plántulas de los almácigos como las que se encuentran en los sitios definitivos en las plantaciones de café.

## Avances en la descripción de la especie de la chinche de la chamusquina del café, *Monalonion velezungeli*, mediante herramientas moleculares y morfológicas.

Se generaron perfiles AFLP de ADN de 64 individuos del género *Monalonion* recolectados en diferentes hospedantes (aguacate, cacao, café y guayaba) y sitios geográficos (departamentos de Huila, Valle del Cauca, Risaralda, Calas y Tolima), con el fin de corroborar la especie a la cual pertenece la chinche de la chamusquina del café. El agrupamiento obtenido mediante un análisis de distancia bajo el algoritmo UPGMA con 10.000 réplicas y 278 marcadores (PAUP V 4 Altivec) permitió obtener dos grupos, de los cuales uno de ellos es la

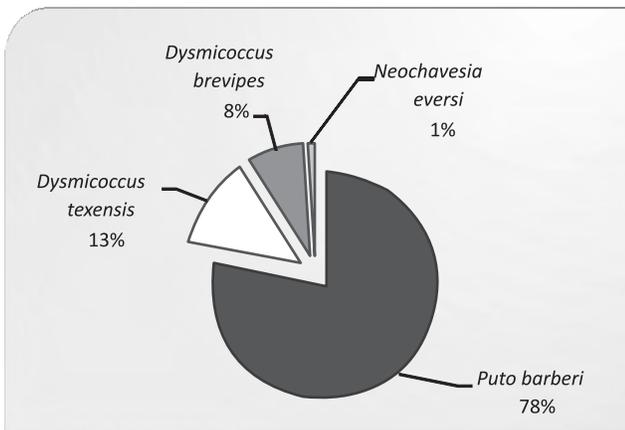
**Tabla 39.** Distribución de la infección máxima por roya en las progenies del proyecto MEG 0658

Progenie	Número de plantas en cada grado de la escala de Eskes y Braghini									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
MEG6.38.353	20									20
MEG6.38.9	19	1								20
MEG6.38.8	18	2								20
MEG6.38.31	17	2	1							20
MEG6.41.358	17		2							19
MEG6.38.38	15	1								16
MEG6.38.33	14	3								17
MEG6.41.70	13	6	1							20
MEG6.38.252	11	5	2							18
MEG6.38.151	11	5	1	3						20
MEG6.38.45	10	3	3	3		1				20
MEG6.38.155	8	10	2							20
MEG6.38.322	8	6	2	3	1					20
MEG6.38.119	7	2	2		3	2	1	2		19
MEG6.38.277	6		3	7	2	1				19
MEG6.41.66	4									4
MEG6.38.397	3	3	1	2	2	4	3	1	1	20
Var. Colombia	2	1	3	4	4	3				17
MEG6.38.116	2		3	1	3	1	4	3	3	20
MEG6.41.360	1	5	3	6	1	1	1	1		19
MEG6.38.43	1	3	5	6		2	3			20
MEG6.38.398	1	1	1	1	4	4	4	4		20
MEG6.38.165	1		1	4		3	4	4	3	20
MEG6.38.243		5	3	5	4		2			19
MEG6.41.61		3	2	3		1				9
MEG6.38.260		1	5	2	4	4	2	1	1	20
MEG6.38.278			1	7	3	5	3			19
Caturra CC							10	8	1	19
Caturra SC							1	14	5	20
MEG6.41.69				3	5	5	7			20
<b>Total</b>	<b>209</b>	<b>68</b>	<b>47</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>14</b>	<b>554</b>

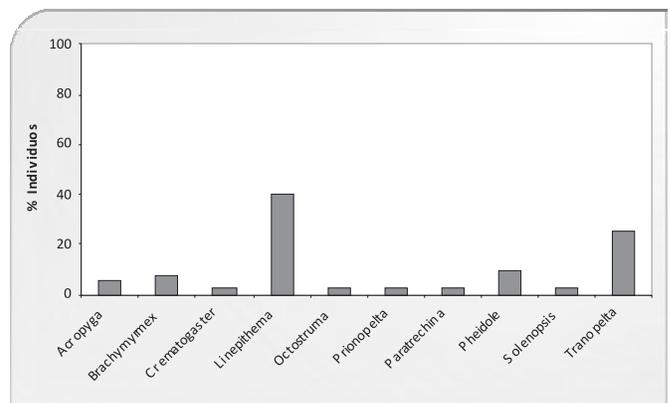
**Tabla 40.** Características de fruto y grano de las progenies del proyecto MEG 0658

Progenies	Vanos		Caracol		Supremo	
Meg 0638 .353	7,9		19,3	*	89,4	*
Var. Colombia	7,4		7,8		87,1	*
Meg 0638 .8	10,0	*	24,8	*	84,2	*
Meg 0641 .70	7,2		12,8		83,4	*
Meg 0638 .165	10,3	*	16,3		81,1	*
Meg 0638 .277	6,8		12,2		81,1	*
Meg 0638 .9	16,0	*	33,0	*	80,9	*
Meg 0641 .358	9,5	*	16,9		80,4	*
Meg 0641 .61	15,0	*	21,9	*	80,3	*
Meg 0638 .278	6,9		10,0		80,1	*
Meg 0638 .45	8,0		8,9		79,9	*
Meg 0638 .252	7,0		18,2	*	77,7	
Meg 0638 .155	5,3		13,6		76,9	
Meg 0638 .260	6,4		18,0	*	75,8	
Meg 0638 .151	9,8	*	22,4	*	74,0	
Meg 0638 .397	8,5		23,4	*	73,7	
Meg 0638 .243	10,5	*	27,1	*	73,1	
Meg 0638 .43	12,5	*	8,9		72,2	
Meg 0638 .322	6,4		8,4		70,8	
Meg 0638 .119	7,0		17,2		68,7	
Meg 0638 .38	9,6	*	29,0	*	68,2	
Meg 0638 .31	9,1		23,2	*	65,5	
Caturra CC	4,7		10,5		64,9	
Caturra SC	3,9		9,8		62,4	
Meg 0638 .116	5,8		13,0		61,9	
Meg 0641 .360	8,2		15,6		61,8	
Meg 0641 .69	6,5		13,0		61,1	
Meg 0638 .398	5,7		18,0	*	57,8	
Meg 0641 .66	9,3		18,7	*	57,4	
Meg 0638 .33	9,5	*	23,9	*	55,5	
Promedio	8,4		17,2		72,9	
t dunnett <sub>0,05</sub>	4,3		7,5		11,9	

\* Significativamente diferente de Caturra



**Figura 23.** Especies de cochinillas harinosas identificadas en 14 municipios del departamento de Antioquia.

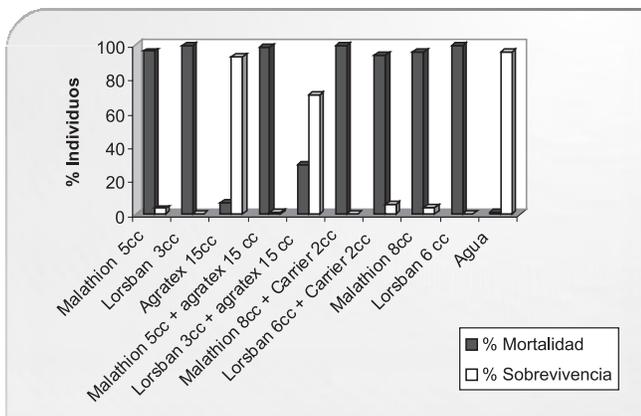


**Figura 24.** Géneros de hormigas asociadas a cochinillas harinosas de la raíz del café en 14 municipios del departamento de Antioquia

**Tabla 41.** Géneros de hormigas registradas asociadas con palomilla de la raíz.

Género de hormiga	% Incidencia
<i>Acropyga</i>	26
<i>Brachymyrmex</i>	8
<i>Carebara</i>	0,1
<i>Crematogaster</i>	0,5
<i>Cyphomyrmes</i>	0,3
<i>Heteroponera</i>	0,1
<i>Hypoponera</i>	1,6
<i>Linepithema</i>	2,7
<i>Monomorium</i>	1,8
<i>Mycocepuros</i>	0,3
<i>Odontomachus</i>	0,3
<i>Paratrechina</i>	1,3
<i>Pheidole</i>	6
<i>Prionopelta</i>	0,1
<i>Solenopsis</i>	11
<i>Strumigenys</i>	0,6
<i>Tranopelta</i>	32
<i>Typhlomyrmex</i>	0,3
<i>Wasmannia</i>	7

(1972). La descripción de Carvalho y Costa (1988) para *M. velezangeli* y los especímenes depositados en la colección taxonómica nacional "Luis María Murillo" en Tibaitatá (Cundinamarca), mostraron que la especie *M. dissimulatum* correspondía a los caracteres descritos para ella, como son: hemielitros de color amarillo azufrado, con faja negra transversal en la porción apical, fémures III unicolores sin anillo blanco en su parte media. Los especímenes recolectados provinieron de cacao y fueron corroborados por el componente molecular. La segunda especie mencionada en el análisis molecular presentó las siguientes características: hemielitros con área subbasal pálido carmelita, membrana negra con vestigios de dos manchas rojas (una intrareolar junto al *cuneus* y otra extrareolar), el fémur III presenta un anillo blanco, tibia III fuertemente pilosa, base de la antena negra, descripción que corresponde a la realizada por Carvahoy y Costa (1988) para la especie *M. velezangeli*, pero los especímenes revisados en la colección Murillo, donde aparecen determinados como *M. annulipes*, compartieron los mismos caracteres. Se hace necesario realizar la revisión de estas dos especies para determinar sus diferencias, ya que existe la posibilidad de tratarse de una sola especie.



**Figura 25.** Mortalidad de cochinillas harinosas de la raíz en plantas de almácigo, causadas por insecticidas químicos.

especie *Monalonion dissimulatum*, que fue recolectado en cacao (Granja Luker, Palestina, Caldas) y el segundo grupo es una especie diferente, *M. velezangeli*, que agrupó individuos recolectados en cacao, café, aguacate y guayaba de diferentes localidades (Figura 26).

Desde el punto de vista morfológico, los especímenes de *Monalonion velezangeli* fueron revisados de acuerdo a la clave taxonómica para el género de Carvalho

**Avances en la biología y etología de *Monalonion velezangeli*.** Se realizó una búsqueda de poblaciones de *Monalonion* sp. en diferentes municipios cafeteros de Colombia, de acuerdo a las características del género y a la especie *M. velezangeli*, y se encontraron como hospedantes guayabas silvestres (*Psidium guajava*), aguacate (*Persea americana*), café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*). Esto confirma esta especie como endémica de la región cafetera colombiana y presente en áreas aún no reportadas como afectadas por la chinche de la chamusquina del café. Se desarrolló una actividad sobre hábitos de comportamiento de *M. velezangeli*, mediante la observación de especímenes inmaduros y adultos sobre plántulas de café, encontrándose que las poblaciones de *M. velezangeli* recolectadas sobre guayaba, se alimentan y ocasionan daño en plántulas de café. El proceso de alimentación se da en hojas de café tanto jóvenes como viejas, pero sólo se observaron lesiones en las hojas jóvenes.

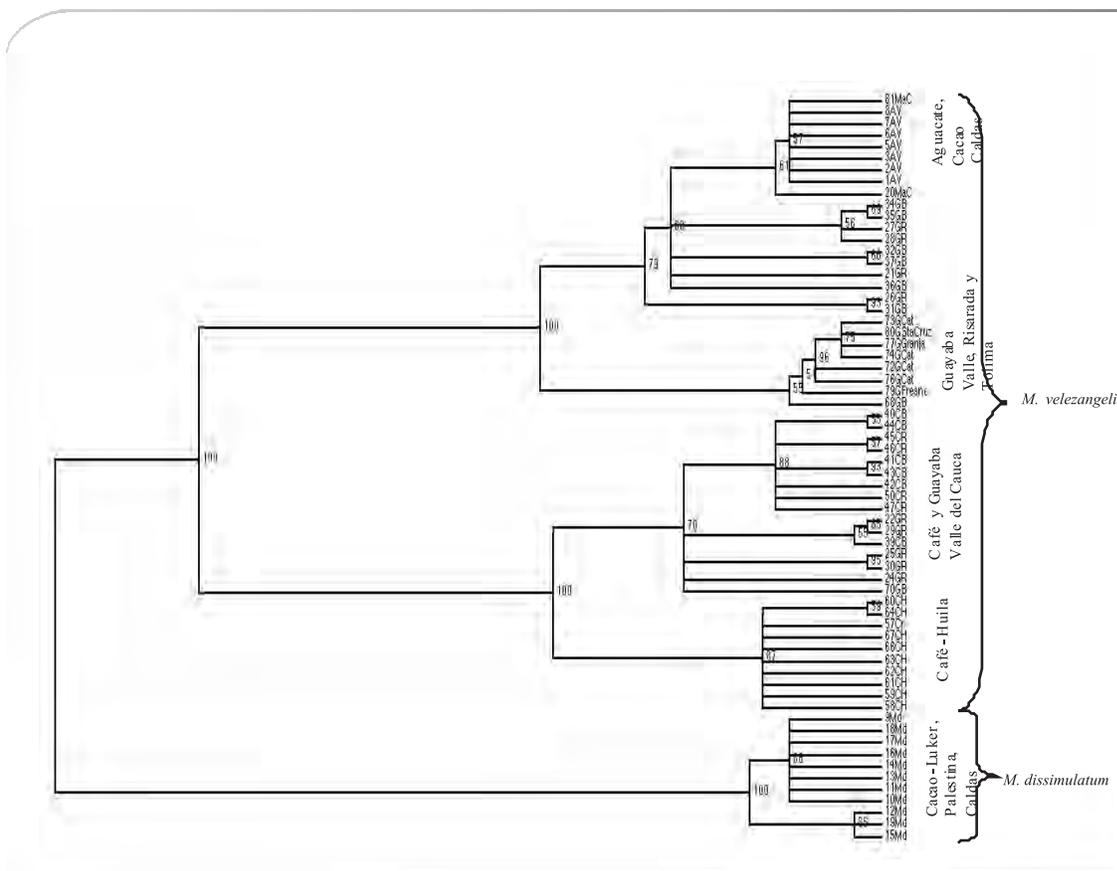
**Detección de Mosca blanca, *Aleurothrixus floccosus* (Hemiptera: Aleyrodidae), como plaga del café en cultivos asociados con aguacate.** En el municipio de Fresno, departamento del Tolima, se reportó un

fuerte ataque de mosca blanca o mosca lanuda de los cítricos, *Aleurothrix floccosus*, en un cultivo de café asociado con aguacate. El café ha sido reportado como hospedante secundario de esta plaga en las bases de datos EPPO (2007), CABI (2006) y Cárdenas y Posada (2001). Debido a la falta de experiencia en aspectos biológicos, de comportamiento y de control de este insecto, deben emprenderse acciones a corto plazo para conocer aspectos básicos como son ciclo de vida en café y aguacate, inventario de enemigos naturales presentes, capacitación al servicio de extensión y productores de café y aguacate sobre la prevención y el control adecuado de este insecto. Se encontró un porcentaje importante de parasitismo causado por parasitoides de adultos, los cuales están en proceso de identificación.

## VIII. IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE ENFERMEDADES DEL CAFÉ

### Roya del cafeto

**Evaluación de nuevos productos de síntesis para el manejo de la roya y enfermedades de la parte aérea.** En Paraguaicito y Cenicafé-La Granja, el efecto del producto Verdadero 600 WG (thiamethoxam+cyproconazole) como bioactivador del crecimiento y como fungicida protector y/o curativo de la roya del cafeto, se está evaluando en plantas de almácigo de la variedad Caturra y la Variedad Castillo<sup>®</sup>, sembradas en suelos y condiciones



**Figura 26.** Agrupamiento de diferentes muestras de *Monalonion* sp., según análisis de distancia bajo el algoritmo UPGMA

ambientales de cada localidad. Los resultados parciales han mostrado que el producto tiene un modo de acción muy eficaz como fungicida protector y curativo contra la roya del cafeto, aunque por las condiciones de la evaluación ha mostrado síntomas de fitotoxicidad en las plantas de café en dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de producto comercial (P.C.). Debe demostrarse si este resultado está siendo influenciado por el cyproconazol, el cual genera anomalías en el crecimiento de las plantas cuando se aplica tempranamente, en dosis altas y al suelo. La dosis de  $0,250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de P.C no ha mostrado esa misma sintomatología. Este resultado de fitotoxicidad fue más notorio cuando se realizó la evaluación en condiciones de suelo + lombricompuesto que en suelo sin compuesto orgánico. El efecto bioactivador del thiamethoxam, un neonicotinoide ingrediente activo de este producto, es evidente bajo algunas de las condiciones, al observarse mayores crecimientos en las plantas de café. Con nuevos experimentos se espera definir claramente el modo de acción y los beneficios que se pueden derivar del uso de este producto en plantaciones de café en el almácigo.

El Verdadero 600 WG también se está evaluando en el campo, aplicado para el control de la roya del cafeto. En año 2007, los niveles de incidencia de la roya en los tratamientos con una y dos aplicaciones de la dosis baja ( $0,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en una localidad a 1.350 m de altitud, fueron estadísticamente iguales al testigo absoluto. El tratamiento con tres aplicaciones de la dosis de  $0,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  obtuvo un promedio de hojas afectadas de 22% y no difirió estadísticamente del tratamiento que tuvo una aplicación con la dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (16%). Los tratamientos que disminuyeron el impacto de la roya fueron aquellos donde se realizaron dos y tres aplicaciones, con la dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  con porcentajes de incidencia de 10 y 12%, respectivamente, los cuales difieren estadísticamente del testigo absoluto (39%) y de los demás tratamientos. En sus niveles de defoliación, sólo el tratamiento de tres aplicaciones (68%) mostró diferencias estadísticas con el testigo absoluto (74%). En la localidad a 1.250 m de latitud, los resultados son similares en cuanto al control de la enfermedad. En los niveles de defoliación no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con el testigo absoluto. En las variables de crecimiento vegetativo y de producción no se observaron diferencias entre tratamientos en ninguna de las dos localidades.

En el año 2008, en las dos localidades, la evaluación realizada en el mes de mayo mostró diferencias

estadísticas en el porcentaje de hojas afectadas por la roya entre los tratamientos con dos y tres aplicaciones a la dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (49 y 44%) y el testigo absoluto (59%), evidenciando que las aplicaciones realizadas durante el año 2007 no solo tuvieron efecto en los niveles de incidencia de las hojas en las ramas donde se concentró la cosecha de ese año, sino que además se protegió el follaje de las ramas productivas donde se concentraría la cosecha del año 2008. En la evaluación realizada en agosto, empezaron a conformarse dos grupos, con relación al porcentaje de hojas afectadas por la roya. El primero lo conformaron los tratamientos con una, dos y tres aplicaciones de la dosis de  $0,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , y niveles de incidencia de 26, 22, 23%, respectivamente. El testigo absoluto que hace parte de este primer grupo, mostró una incidencia de 31%. En el segundo grupo se encuentran los tratamientos con una, dos y tres aplicaciones de la dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con niveles de incidencia de 13, 12 y 8%, respectivamente, las cuales evidencian un efecto de la dosis y no del número de aplicaciones en el control de la roya. De igual manera, los tratamientos con una, dos y tres aplicaciones de la dosis de  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , alcanzaron niveles de defoliación de 51, 49 y 44%, que difieren estadísticamente del testigo absoluto (59%). Para este año empieza a observarse una diferencia a favor del tratamiento con dos aplicaciones de la dosis alta, en la variable producción de café cereza en la localidad de menor altitud (1.250 m) con un promedio por árbol de 2,5 kg, comparado con el del testigo (2,0 kg). En las variables de crecimiento no se han observado diferencias entre tratamientos.

Por otra parte, se está evaluando el fungicida Amistar Xtra 28 SC (azoxystrobin + cyproconazol) aplicado al follaje en el control de la roya del cafeto, la mancha de hierro y el mal rosado. Durante el año 2007 se encontró que los menores valores de incidencia de la roya (8 y 13%) se presentaron en los tratamientos con tres aplicaciones, en las dosis evaluadas ( $750$  y  $125 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y en el testigo relativo con Alto 100SL (tres aplicaciones), con diferencias estadísticas del testigo absoluto, que registró los más altos niveles (46%). Estos mismos tratamientos tuvieron el menor porcentaje de defoliación (76%), mientras que el testigo absoluto alcanzó una defoliación de 86%. En cuanto a la incidencia de mal rosado, se registraron porcentajes de 2,9 y 3,4 en los tratamientos con dos y tres aplicaciones de la dosis alta, valores estadísticamente diferentes a los del testigo absoluto, que registró un valor promedio de 8%.

La severidad de esta misma enfermedad fue menor en los tratamientos donde se aplicó la dosis alta de Amistar Xtra, en valores que fluctuaron entre 31 y 35%, comparados con los testigos absoluto y relativo (41 y 45%, respectivamente). La incidencia de mancha de hierro en los frutos mostró que los tratamientos con la dosis alta, independiente del número de aplicaciones, registraron los menores valores (6,9, 6,7 y 5,8%, respectivamente). El testigo absoluto tuvo un nivel de incidencia de 15%, y de éste un 17% de los granos afectados tuvieron un grado de severidad que ocasiona pérdidas en los niveles de conversión de café cereza a café pergamino seco. En el 2008 persistieron las diferencias estadísticas en el nivel de severidad de mal rosado, entre el tratamiento con tres aplicaciones de la dosis alta (40%) y el testigo absoluto (59%). En cuanto a la incidencia de la roya, todos los tratamientos presentan niveles inferiores al 31%, valores que son estadísticamente diferentes del testigo absoluto (40%). La incidencia de mancha de hierro ha sido menor en los tratamientos donde se aplicó el fungicida Amistar Xtra (3,4%), con diferencias estadísticas de los testigos absoluto y relativo (7,2 y 4,3%, respectivamente). Los tratamientos con dos y tres aplicaciones de la dosis alta empiezan a mostrar diferencias en la variable producción de café cereza en comparación con los demás tratamientos. Hasta el momento, el fungicida Amistar Xtra muestra resultados promisorios, que lo constituyen una alternativa técnica para el manejo de estas tres enfermedades, logrando que sus aplicaciones afecten varios organismos patógenos de la parte aérea de la planta de café.

## Llaga macana

**Manejo de llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos.** En el campo se comprobó la resistencia al hongo *Ceratocystis fimbriata* en el 100% de los injertos realizados en estado de fósforo, donde la especie *Coffea canephora* fue utilizada como patrón, portando a la variedad Colombia. La progenie 835 de Borbón resistente a macana tanto sola como en portainjerto de variedad Colombia, mostró una resistencia moderada a la anteriormente observada. La técnica de injerto puede ser utilizada para terrenos con pendiente superior al 70%, donde debido al pisoteo en el cuello de la plantas se propicia la entrada del patógeno, siempre y cuando la base del tallo correspondiente al patrón quede a suficiente altura para que no se causen heridas en la copa susceptible.

De otro lado, se comprobó que la resistencia de *C. canephora* a *C. fimbriata* permaneció en 9 de las 23 progenies de híbridos interespecíficos F3 evaluadas, luego del cruzamiento y posterior retrocruzamiento con *C. arabica* var. Caturra. Estos resultados ofrecen buenas posibilidades para continuar con la obtención de variedades altamente resistentes a llaga macana.

## Diagnóstico fitosanitario

**Diagnósticos fitosanitarios en café.** Se registraron problemas asociados al incremento de las precipitaciones durante este período, en especial con referencia al mal rosado, pero también en roya y mal de hilachas. En El Líbano (Tolima), se verificó el estado de una epidemia de roya en el segundo semestre del 2008. En la zona se observaron más de 100 fincas afectadas por roya, todas sembradas con variedad Caturra, con incidencias mayores al 50% y alto grado de defoliación. Se encontraron altos niveles de infección en cafetales de todas las edades, e incluso en plantaciones nuevas en el campo. Estas plantaciones se retrasaron en el desarrollo de las plantas por causa de la enfermedad, que en algunos casos apareció combinada con estados iniciales de mal rosado. Aunque aún no existen datos de la cosecha del segundo semestre, parece ser que las pérdidas por la epidemia de roya serán considerables en esta zona y en todos los cafetales sembrados con la variedad Caturra. La adopción de la variedad Colombia y la Variedad Castillo® es menor al 10%. No se tienen datos de la presencia de una epidemia tan fuerte de roya en años anteriores. Esta epidemia muestra la gran adaptabilidad del hongo *Hemileia vastatrix* a nuevas condiciones ambientales, como las que se han presentado en Tolima y otras zonas del país, y resalta la necesidad de tomar acciones preventivas, especialmente la evaluación de niveles de infección para tomar las medidas correctivas en aquellos sitios que optaron por la siembra de variedades susceptibles (Figura 27).

## IX. 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. BIO 0310.** Con el objetivo de



**Figura 27.** Epidemia severa de roya, ocurrida en lotes de variedad Caturra en la zona de El Líbano (Tolima), en el segundo semestre del 2008.

proponer y evaluar un método de muestreo para estimar el número de frutos perforados por broca, como indicador de la infestación por broca, se inició la toma de información del experimento “Método de muestreo para estimar la infestación por broca del café, con el parámetro número de frutos perforados por broca”. Para el desarrollo de la primera fase, la cual consiste en obtener la varianza para el promedio del número de frutos entre ramas y para el promedio del número de frutos entre árboles, se hizo 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, en la Estación Central Naranjal. El análisis de la información mostró el siguiente comportamiento:

Bajo las condiciones de sitio, de las parcelas y el momento de la producción, y de acuerdo con la información registrada, el comportamiento de los parámetros promedio de frutos por rama, promedio de frutos brocados por rama y proporción de frutos perforados por broca promedio por rama, dependen de la distancia o la edad del cultivo, lo cual se tuvo en cuenta para establecer la relación entre el número medio por rama árbol del porcentaje de frutos perforados por broca y el número medio por rama árbol del número de frutos perforados por broca. Dicha relación se determinó, para cada edad, cada distancia y, en general, a través de una regresión lineal simple (Tabla 1), de tal manera que: 1. El coeficiente de regresión fue diferente de cero

estadísticamente, de acuerdo con la prueba de t al 1%, y positivo, es decir a mayor número de frutos perforados en la rama, mayor nivel de infestación en la misma; 2. El intercepto es igual a cero, estadísticamente de acuerdo con la prueba de t al 1%; 3. El coeficiente de correlación fluctuó entre 48,6 y 88,9%, en el caso de las edades y en el caso de las distancias, entre 65,1 y 88,8%; y en general, la correlación fue del 74,6%. La estimación de los coeficientes de regresión indican que por cada fruto perforado en la rama, el nivel de infestación en la rama se incrementa en un 2%, aproximadamente (Tabla 42), por lo tanto, bajo las condiciones experimentales dadas, se puede establecer el número de frutos perforados en la rama como un indicador del nivel de infestación en la misma.

Para las distancias 1 x 1 m y 1 x 1,3 m, el menor número de frutos en el árbol, se presentó en la edad 1,5 años, y en la distancia 1 x 1 m, se observó la tendencia que a mayor edad, mayor número de frutos perforados por broca en el árbol, conservando esta tendencia para el nivel de infestación (Tabla 2). El número medio de frutos totales por árbol, en todas las distancias y edades, fluctuó entre 740 y 3.231; el número medio de frutos brocados entre 1 y 158 y la infestación entre 0,1 y 9% (Tabla 43).

Al establecer la relación lineal entre el nivel de infestación (proporción de frutos brocados en el árbol) y el número de frutos brocados en el árbol, en todas las distancias, menos en la edad 3,5 años, el coeficiente de regresión es diferente de cero, según el estadístico de prueba t, al 1%, con coeficientes de correlación entre 53,1 y 97,5%. En general, la correlación entre dichas variables fue del 66,3% (Tabla 44).

Este resultado, como el de las ramas, implica que la proporción de frutos perforados se puede manejar como un estimador de razón a nivel de rama o a nivel de árbol. Además, al existir dicha relación, se puede tener como indicador de la infestación, el número de frutos brocados (Tabla 45), de tal manera que: para niveles de infestación menores del 1% y un número medio de frutos en el árbol de 1.373, el número de frutos brocados por árbol no debe ser superior de cuatro; para niveles de infestación entre 1 y 3%, el número de frutos brocados por árbol no debe ser superior de 36; y para niveles de infestación entre 3 y 5%, el número de frutos perforados por broca no debe ser superior de 100.

Con la información obtenida hasta el momento y para las condiciones experimentales dadas, se determinó el tamaño óptimo, en términos del número de ramas a seleccionar (muestra), en cada árbol, para estimar el total de frutos, frutos perforados por broca e infestación en el árbol. De acuerdo con el comportamiento del error absoluto, en cada variable, en todos los lotes evaluados

(por distancia y edad), con respecto al número de ramas, el tamaño óptimo es de 18, 12 y 10 ramas, para estimar en un árbol, los parámetros número de frutos, número de frutos perforados por broca y proporción de frutos perforados por broca (nivel de infestación), respectivamente.

**Tabla 42.** Coeficientes de regresión lineal y de correlación, para la relación nivel de infestación promedio por rama árbol y el número medio de frutos perforados por rama árbol.

Edad	Coeficientes lineales		Coeficientes de correlación
	Intercepto	Regresión	Porcentaje (%)
1,5	0,04	2,1	65,8
2,0	0,01	2,1	88,9
2,5	0,14	2,8	79,4
3,0	1,10	1,7	80,6
3,5	3,80	2,2	48,6
Distancias	Intercepto	Regresión	Porcentaje (%)
1,0 x 1,0	0,537	3,00	86,3
1,0 x 1,3	0,670	2,95	65,1
1,0 x 2,0	0,004	1,87	88,6
1,5 x 1,5	0,010	2,10	88,8
1,5 x 2,5	1,100	1,70	80,6
General	0,950	2,10	74,6

**Tabla 43.** Promedios por árbol con su respectivo error estándar (E.E.), para las variables total de frutos, frutos

brocados y porcentaje de frutos perforados por broca (Infestación), y proporción de árboles infestados (PAI), en cada distancia y edad evaluados.

Densidad	Edad	PAI	Total frutos		Frutos brocados		Infestación	
			Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.
1,0 x 1,0	1,5	44,8	1.080 B	108	1,5 C	0,5	0,13 C	0,6
	2,5	95,4	1.492 A	120	38 B	6,0	3,0 B	0,8
	3,5	100,0	1.707 A	165	119 A	19,0	7,0 A	0,2
1,0 x 1,3	1,5	76,7	740 B	81	4,0 B	1,0	0,7 B	0,2
	2,5	100,0	1.583 A	90	120 B	3,0	1,2 B	0,2
	3,5	100,0	1.585 A	191	101 A	14,0	9,0 A	1,5
1,0 x 1,2	1,5	24,1	1.380	156	1,0	0,4	0,1	0,03
1,5 x 1,5	2,0	56,7	1.715	130	3,0	1,0	0,2	0,06
1,5 x 2,5	3,0	100,0	3.231	242	158	25,0	5,6	1,0

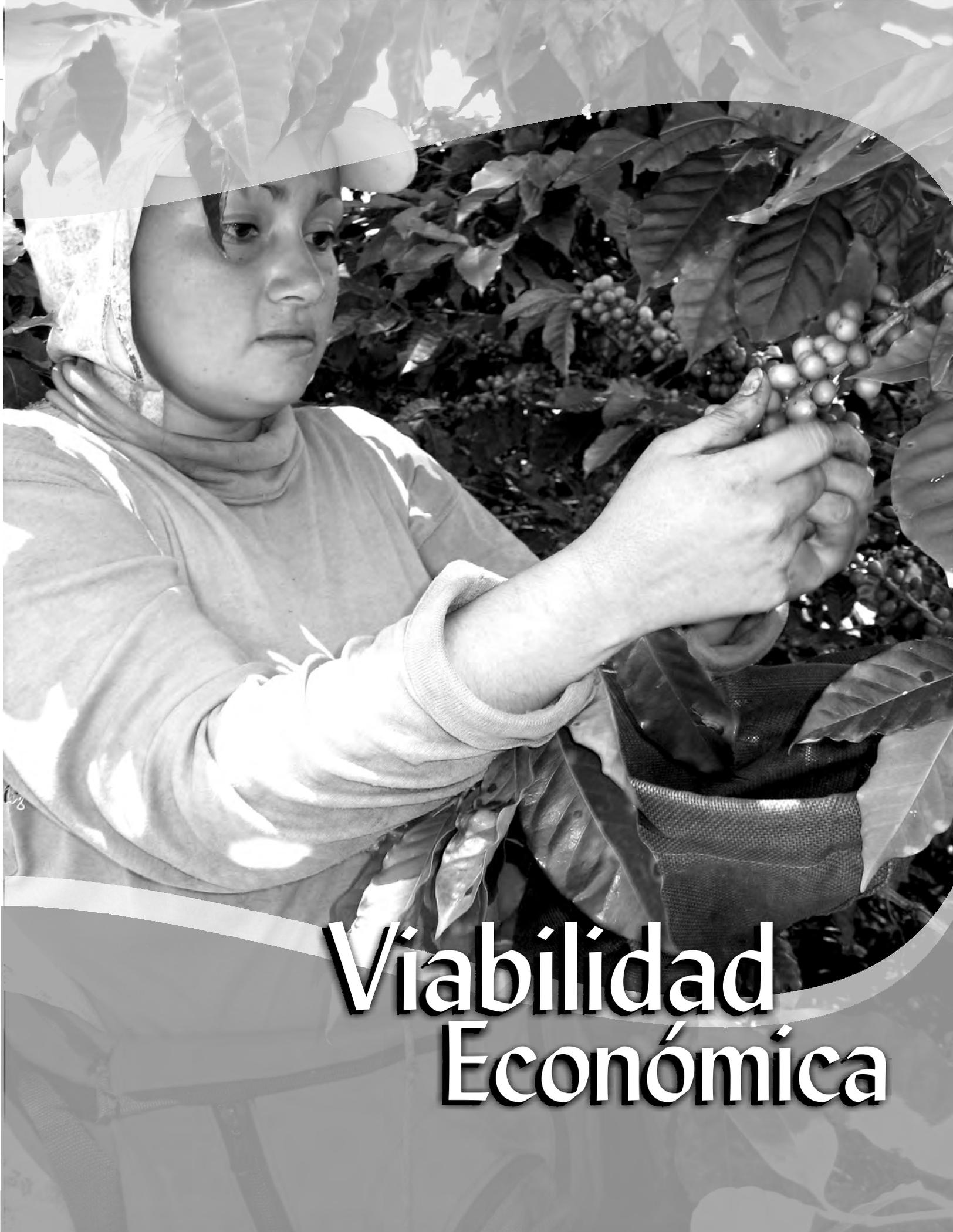
**Tabla 44.** Coeficientes de regresión lineal y de correlación, para la relación nivel de infestación por árbol

y el número medio de frutos perforados por árbol, en cada edad, en cada distancia evaluada y en general.

Edad	Coeficientes lineales		Coeficientes de correlación
	Intercepto	Regresión	Porcentaje (%)
1,5	0,040	0,120	70,0
2,0	0,001	0,069	97,5
2,5	0,200	0,083	83,7
3,0	0,870	0,030	74,7
3,5	3,440	0,023	31,6
Distancias			
1,0 x 1,0	1,150	0,040	81,8
1,0 x 1,3	1,440	0,050	53,1
1,0 x 2,0	0,004	0,058	94,3
1,5 x 1,5	0,001	0,068	97,4
1,5 x 2,5	0,870	0,030	74,7
<b>General</b>	1,100	0,038	66,3

**Tabla 45.** Promedio por árbol y error estándar (E.E.), para las variables infestación, total frutos y frutos perforados por broca el árbol, para cada nivel de infestación preestablecido.

Preestablecido (%)	Infestación árbol		Total frutos en el árbol		Frutos perforados por broca	
	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.
<= 1,0	0,21 d	0,02	1.373 b	69	3 D	0,5
> 1,0 <=3,0	1,89 c	0,07	1.815 b	145	33 C	3,0
> 3,0 <= 5,0	3,70 b	0,14	2.350 a	342	87 B	14,0
> 5,0	11,07 a	0,79	1.753 b	155	172 A	16,0



# Viabilidad Económica

## I. AVANCES EN COSECHA

### Cosecha manual

**Efecto del rozamiento en la durabilidad de materiales utilizables en la fabricación del dispositivo para cosecha de café - Aroandes. ING 0151.** Esta investigación se realizó con el fin de facilitar el uso del dispositivo Aroandes, mejorar el confort al operario y aumentar su durabilidad. Se diseñaron aros empleando diferentes materiales y se determinó su rigidez estructural en diferentes direcciones, utilizando una máquina Instron serie 5569. El aro con mejor respuesta en pruebas de compresión longitudinal y flexión transversal, según la prueba de Duncan al 5%, fue el construido en cable poliamida plástico (APP-3C), seguido de la sonda eléctrica (AS-2), con una reducción del peso de 55% y 49%, respectivamente. Se determinó la resistencia a tensión de tres telas que se podrían utilizar en la fabricación del bolso del dispositivo Aroandes (Milenio, Reebag y Raffia-PP), utilizando la máquina universal INSTRON serie 5569. Para cada material se obtuvo la máxima fuerza de tensión (el punto de ruptura) y la deformación en dicha fuerza. La tela Milenio presentó el mejor comportamiento en resistencia a tensión y superó a la tela Raffia-PP en 5,43 veces y 1,28 veces a la lona Reebag, según la prueba de Duncan al 5%. Experimentalmente se evaluó la durabilidad (desgaste) de las tres telas, sometiéndolas a pruebas de rozamiento con ramas de café en un simulador diseñado para este propósito. La durabilidad de las lonas Milenio y Reebag, estimada a partir de la información obtenida en el simulador de rozamiento con ramas de café, fue de 2,5 años, para la tela Raffia-PP fue de 1,0 año, presumiendo ocho meses de uso por año (160 días de trabajo en el campo).

**Evaluación técnica de una metodología para la recolección del café con el dispositivo Raselca III. ING 0164.** Se adelantaron evaluaciones para asistir la cosecha manual, durante la cosecha principal del 2008 (mayo) en la finca Guayabo Negro del municipio de Piendamó (Cauca) y en la Sierra Nevada en la Subestación de Pueblo Bello (Cesar), durante la cosecha principal del (2007) noviembre y diciembre, con el dispositivo Raselca IV, teniendo como testigo la cosecha manual. Los resultados obtenidos no mostraron ventajas en rendimiento en la cosecha con 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.

**Validación de la tecnología Aroandes en esquema de investigación participativa. ING 0171.** Se continuó apoyando la validación en cosecha manual asistida con mallas (ING-0170), con Aroandes y Canguaro (ING-0171), bajo el esquema de investigación participativa IPA, en los departamentos de Antioquia, Quindío, Risaralda, Tolima, Valle del Cauca y Cauca, con la participación de caficultores y los coordinadores IPA de cada departamento. En cada caso se capacitó a estudiantes en pasantía, contratados por los Comités encargados de acompañar el proceso en las fincas. Durante la época de travesía se capacitaron los recolectores en el manejo de los dispositivos y durante la actual época de cosecha principal se adelantan las validaciones, las cuales se espera se prolonguen hasta el año 2009. En la evaluaciones se incluyeron dos nuevos dispositivos para la cosecha manual de café, los cuales se desarrollaron teniendo en cuenta las observaciones y sugerencias de recolectores que han empleado las mallas de piso y guiadas: malla individual sin cable guía y malla con canasto (Figura 28). Con el último, de gran aceptación en los ensayos realizados en el Cauca, los recolectores han logrado incrementar en más de 13% el rendimiento con relación al método tradicional con canasto.

En el Avance Técnico N°374 se presenta información detallada de la manga cafetera Cenicafé que puede ser utilizada en diversas formas y dar origen a los dispositivos Aroandes, Canguaro y Arococo. También se presenta información sobre los resultados obtenidos en las investigaciones adelantadas en el marco de IPA.

**Cosecha manual asistida con herramientas portátiles.** Se realizaron ajustes a los diseños de las herramientas Alfa y Descafé, con el fin de incrementar el rendimiento en cosecha, en cafetales con menor carga y concentración de frutos maduros (< 0,7 kg/árbol y 50%, respectivamente), disminuir el peso del actuador y del arnés y disminuir los costos.

**Dispositivo portátil para la cosecha de café con la aplicación de momentos flectores a los frutos – Descafé. ING 0111.** Con el fin de facilitar el desprendimiento en racimos con alto número de frutos, en el modelo Descafé IV se cambió el motor de 20W (330 rpm) por un motor DC de 86W (400 rpm), de mayor torque (Figura



**Figura 28.** Dispositivos para asistir la cosecha manual de café, malla sin cable guía (a) y malla con canasto (b)

29). El nuevo motor, de mayor peso, se ubicó en un arnés de espalda con las baterías (2 de 12V-7A) y se conectó al actuador por medio de un eje flexible, con el fin de facilitar el trabajo del operario. Los resultados en rendimiento operativo alcanzado y potencial (sin incluir el tiempo empleado en actividades con mallas) fueron de 8,04 y 14,65 kg.h<sup>-1</sup>, respectivamente, inferiores a los obtenidos en evaluaciones anteriores, atribuibles principalmente a las condiciones de maduración de los árboles, a la baja carga y el bajo porcentaje de frutos maduros, que exigían más tiempo para desprenderlos en sitios aislados o en medio de racimos con alto porcentaje de frutos inmaduros. Se espera que con mayor carga y concentración de frutos maduros, en los pases principales de la cosecha de final del 2008, se puedan mejorar los resultados obtenidos anteriormente.

**Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café. ING 0154.** Continuó la evaluación de la herramienta portátil para cosecha de



**Figura 29.** Equipo portátil para la cosecha de café Descafé V.



**Figura 30.** Equipo portátil para cosecha de café Alfa-Cenicafé, con impactador largo

café “Alfa-Cenicafé” (Figura 30) generada a partir de la herramienta IMFRA 3VDC y con el apoyo a los proyectos de cosecha en investigación participativa IPA, de la disciplina. Con el equipo Alfa-Cenicafé se realizaron las primeras evaluaciones de campo en lotes de primera cosecha con pendiente hasta del 20%, durante la cosecha principal del año 2007, en la Estación Central Naranjal y en la cosecha del año 2008 en la finca Guayabo Negro en Piendamó (Cauca). Con la herramienta Alfa-Cenicafé se logró cosechar con alta eficacia, menos de 5 frutos/sitio; pérdidas por frutos caídos al suelo entre 1,5 y 1,0 fruto/sitio, empleando como sistemas para recibir los frutos bandejas Twin modificadas y Mallacán; con un porcentaje de café verde máximo para la primera jornada de 7,5 y de 3,0% para las jornadas posteriores y promedios de los rendimientos entre 15,2 y 19,5 kg.h<sup>-1</sup>, lo cual significó un incremento en el rendimiento

entre el 2,0% (para la primera jornada de uso del equipo) y el 24,8% (alcanzado en la última jornada). En el programa de IPA en cosecha se adelantaron validaciones con los dispositivos Canguaro y Mallacán en seis departamentos, con alrededor de 30 pequeños caficultores. Se han realizado actividades de asesoría y acompañamiento, se espera contar con los primeros resultados consolidados a finales del mes de octubre. En el departamento del Cauca, además se evaluó un canasto con malla denominado “camaleón”, de gran aceptación por los recolectores, con incrementos en el rendimiento del 13,5%.

**Cosecha de café con la herramienta Alfa, bajo el esquema de investigación participativa. ING 0173.** En la cosecha principal del año 2007, en la Subestación Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar) se realizaron evaluaciones a la herramienta portátil Alfa Cenicafé, empleando como sistema de captura las bandejas twin modificadas. Se trabajó en grupos de dos operarios “pachas”, para cosechar los árboles por caras. Las evaluaciones se realizaron en un lote con café variedad Colombia, zoca de segunda cosecha, sembrados a 2,0 m x 1,0 m, en terrenos con pendiente moderada (<50%).

Los árboles presentaron altas maduración y concentración de frutos maduros, con carga considerada baja para dicha herramienta de cosecha, con aproximadamente 758 g/sitio. Las pérdidas en las dos jornadas fueron de 4,7, 3,4 y 10,2 para cosecha manual tradicional. El rendimiento promedio por jornada para el equipo de cosecha fue de 14,4; 17,7 y 16,4 kg/h/operario para la cosecha manual tradicional. La calidad promedio del café recolectado en las dos jornadas con el equipo fue de 6,0; 5,5 y 5,0% de frutos verdes en la masa cosechada para la cosecha manual tradicional.

Los resultados obtenidos indican que la herramienta es muy promisoría para las actuales condiciones de la caficultura colombiana, mas aun en sitios donde la escasez de mano de obra es notable y con una correcta introducción de la tecnología se pueden llegar a obtener resultados valiosos para dar solución a tantos problemas de recolección del café en Colombia.

### Cosecha semi - mecanizada

**Evaluación de un equipo portátil de fabricación comercial para la cosecha de café. ING 0168.** Se utilizó

el equipo Stihl - SP 81 en la cosecha sanitaria de café en la Estación Central Naranjal y en labores de renovación con los implementos desramador (HL) y motosierra (HT), en 22.100 árboles, aproximadamente (Figura 31). En las labores de cosecha sanitaria en promedio por jornada se recolectaron 36 árboles/h con dos equipos SP-81, para una capacidad de campo de 0,09 ha/día/operario. La labor de desrame con el implemento HL presentó inconvenientes sin incremento notorio frente a la labor con machete. Con el implemento HT se incrementó el rendimiento en 25% y en labores de zoqueo se incrementó hasta un 42% respecto a la labor realizada con una guadañadora de disco.



**Figura 31.** Zoqueo de árboles de café con el equipo Stihl-SP 81 y el implemento STIHL-T

### Cosecha Mecanizada

**Tecnología para el desplazamiento de un equipo para la cosecha mecanizada del café en terrenos de alta pendiente. ING 0152.** Se diseñó y construyó un sistema de control de verticalidad, compuesto de un sensor, un controlador y un actuador, para su evaluación en el laboratorio antes de su instalación en la cosechadora. Se están evaluando tres tipos de sensores de desplazamiento angular: péndulo-amortiguador, acelerómetro y giroscopio, para verificar la confiabilidad de cada uno y decidir cuál de ellos utilizar. Además se desarrollaron circuitos electrónicos para manipulación y adecuación de las señales. Con los resultados que se tienen hasta el momento se considera promisorio el sistema de control.

**Cosecha de café con varillas oscilantes actuando en los surcos. ING 0160.** Se rediseñó la máquina y se

consiguieron las partes que hacían falta para el perfecto funcionamiento. Los primeros ensayos se realizaron en el lote La Vitrina en Cenicafé, de topografía plana, utilizando un tractor de 20 HP de trocha angosta. La máquina fue también puesta en funcionamiento en una plantación inclinada con calles separadas 2 m y con distancia entre árboles de 0,7 m, halada por cable a través de un malacate. El promedio de la pendiente fue del 53,2% (Figura 32).



**Figura 32.** Equipo para la cosecha de café en plantaciones de alta densidad

## II. AVANCES EN BENEFICIO

Se desarrollan investigaciones en beneficio ecológico y en secado solar, para pequeños productores, sugeridas por técnicos del Servicio de Extensión, en una reunión realizada en Cenicafé, en noviembre del 2004.

**Evaluación de un separador hidráulico de tornillo sinfín con frutos de café. ING 1119.** 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 tres diámetros de tornillo sinfín (88, 114 y 168 mm), 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 un promedio de eficacia 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<sup>-1</sup> de café seco. Se observó que el ángulo de inclinación del tornillo sinfín afecta notoriamente la capacidad de transporte,

con 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 1° a 4° grado obteniéndose, en general, buen ajuste en el rango de velocidad de rotación considerados. De acuerdo con 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.

**Separación de frutos verdes por medios mecánicos. ING 1122.** El equipo JMestrada 2500 es una alternativa promisoriosa para la obtención de café de alta calidad en Colombia. Permite separar frutos inmaduros con eficacia en el rango de 97,5 a 100%, cuando es operado con flujo de café en cereza en el rango de 1.364 a 2.736 kg.h<sup>-1</sup> y contenido de frutos inmaduros del 4 al 10%. Adicionalmente, se separan frutos pintones con eficacia del 100%. Por el principio utilizado para despulpar el café, compresión entre los propios frutos, el daño mecánico ocasionado a los granos es de cero. Para el procesamiento de grandes volúmenes de café se requiere realizar ajustes al diseño del equipo o dar recomendaciones para el manejo del material evacuado en la parte superior, con el fin de recuperar gran parte de los granos presentes y reducir su porcentaje a valores cercanos a cero.

**Regulación automática del flujo de agua en desmucilagadores mecánicos de café. ING 1126.** 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<sup>-1</sup> de café pergamino seco, durante el desmucilagado mecánico. Con el propósito de garantizar el caudal de agua requerido en los diferentes modelos de desmucilagadores mecánicos de café, se desarrollaron y evaluaron los siguientes dispositivos hidromecánicos, de bajo costo y fácil adquisición: una bomba de paletas flexibles y una bomba centrífuga para pecera. La bomba de paletas flexibles resultó estable y suficiente para alimentar modelos Becolsub 300, 600 y 1.200, a 420, 840 y 1.680 rpm, respectivamente. La bomba centrífuga presentó un comportamiento estable con un flujo de agua de 0,7 L.min.<sup>-1</sup>, con coeficiente de variación menor que 5%, suficiente para abastecer un módulo Becolsub.

### III. AVANCES EN SECADO

**Evaluación de tecnologías solares parabólicas para el secado del café. ING 0831.** El secador solar tipo túnel es una excelente alternativa para el café por su facilidad de construcción y operación y relativo bajo costo por metro cuadrado ( $m^2$ ). Adicionalmente permite obtener mayores tasas de secado que en el secador parabólico, que se reflejan en menores tiempos de secado. Al adicionar un colector solar plano de  $5,86 m^2$ , de fácil construcción y relativo bajo costo, se logra reducir el tiempo de secado de 17 a 25%, en Chinchiná (Figura 33).

Se presenta un nuevo modelo de secador solar, en el cual se aprovecha en forma económica parte de la estructura del secador parabólico (principalmente el piso) y se integran detalles de diseño del secador tipo túnel solar, que facilitan su operación y mantenimiento. El tiempo requerido para secar café hasta 10-12% con el Parabólico 2 es igual al observado en el modelo inicial (Parabólico 1).

Se realizaron ensayos de secado combinado de café, utilizando un secador tipo túnel con colector solar (Túnel - CS) y un silo de tres cámaras, con inversión de capa, con capacidad estática para  $7,5 @$  de c.p.s. El café se presecó al sol durante dos días, se midió la

humedad utilizando el método Gravimet. El tiempo para invertir la capa varió entre 2 h y 4 h, dependiendo de la remoción de humedad en el secado solar. Con el secado combinado se logró disminuir el tiempo en el silo, el consumo de combustible y de energía eléctrica hasta en un 50%, con café con buena uniformidad de humedad final (coeficiente de variación en el rango de 0,9 a 2,18%). El secado combinado permite potenciar tanto al secado solar como al secado mecánico y disminuir riesgos de daño al café que se presentan en secado solar prolongado.

#### **Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo automático para el control de temperatura y caudal de aire en el proceso de secado mecánico de café.**

**ING 0835.** Con el propósito de disminuir costos, mejorar la calidad del grano e incrementar la eficiencia energética y ambiental del secado mecánico de café en capa estática, se diseñó, construyó y evaluó un sistema automático de control del flujo y temperatura para el aire de secado dentro del proceso. Los análisis mostraron reducción hasta del 40% en el consumo de combustible y más del 85% en el consumo de energía eléctrica respecto al secado convencional, así como un porcentaje de uniformidad mayor al 90% en la masa de café. Estos resultados indican que la nueva tecnología es una alternativa a considerar para disminuir los costos del secado mecánico del café, el impacto ambiental y obtener café seco de alta calidad.

#### **Metodología para la construcción de ventiladores para el secado de café en talleres rurales. ING 0836.**

Se desarrolló 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, para tres capacidades específicas de secado: 1.000, 1.500 y 2.000 kg de c.p.s. (80, 120 y 160 @). Para obtener los parámetros de diseño, se caracterizaron nueve sistemas de secado mecánico con capacidades desde 1.250 kg (100 @) hasta 4.375 kg (350 @) de c.p.s., determinando las curvas de pérdidas de presión en función del caudal de aire, generadas por el intercambiador de calor de cada sistema, notando que estos dispositivos en ocasiones demandan entre 35 a 55% de la presión que entrega el ventilador en el punto de operación. 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



**Figura 33.** Secador solar tipo túnel con colector solar plano

construcción de los ventiladores utilizando “plantillas” y un procedimiento descriptivo para el manejo de las mismas. Los ventiladores construidos redujeron los costos de fabricación en un porcentaje del orden de 43% y al ser evaluados en los sistemas de secado mecánico dispuestos en Cenicafé, se demostró que cumplen con los requerimientos de caudal de aire y presión estática para cada capacidad de secado. Los rotores de estos ventiladores pueden ser balanceados en una máquina para ruedas de autos y camiones, con un costo aproximado de \$ 16.000/unidad y duración de un año en la finca cafetera, lo cual aumenta la vida útil de los ventiladores y disminuye alrededor del 90% los costos de secado por mantenimiento de estos equipos, ya que en la actualidad esta operación cuesta entre \$ 200.000 y \$ 250.000 al realizarlo en una máquina especializada. Este trabajo no solamente tiene el impacto económico sobre los caficultores, los cuales podrían adquirir ventiladores de buenas especificaciones a relativo bajo precio, sino que también tiene carácter social al permitir a los talleres veredales ofrecer tecnología de alta calidad a menor costo que la ofrecida en talleres especializados de las grandes ciudades.

## IV. COSTOS DE PRODUCCIÓN

**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. ECO 0306.** Colombia es un país con gran potencial en cafés especiales, pero no existe certeza desde el ámbito científico sobre el aporte que éstos hacen al desarrollo económico y social de los caficultores. La anterior razón lleva a la necesidad de identificar las ventajas y desventajas económicas y sociales que los caficultores le atribuyen a la implementación de la norma de agricultura sostenible de Rainforest Alliance (RA), consultando en forma directa al productor por los costos incurridos y evitados con la obtención de esta norma y los beneficios económicos y sociales atribuidos a la misma. Para este estudio se seleccionarán 54 fincas en el departamento de Cundinamarca e igual número de fincas en el departamento de Santander, la mitad de las fincas de cada departamento deberán estar certificadas, con al menos tres años de haber implementado la norma de RA, y la otra mitad no deberá tener ningún tipo de certificación, operando como testigo o grupo control. Se conformarán bloques de fincas compuestas por una

certificada (CE) y una no certificada (NC), a las cuales se les consultará por la producción, ingresos, calidad del café, costos de producción y costos de la certificación (sólo para las fincas CE); para el componente social se consultará el nivel de educación, número de hijos que asisten a la escuela y calidad de vivienda; para el indicador ambiental se preguntará por el tratamiento de aguas negras, fuentes de agua y la cantidad de agroquímicos usado; y para conocer la percepción sobre la certificación se averiguará por los ahorros, créditos o endeudamiento, ganancias adicionales y valorización de la finca. Los datos se obtendrán mediante entrevistas personalizadas por medio de una encuesta y se determinará la utilidad económica; se realizará una comparación de los costos de producción, productividad y calidad del café, y otros indicadores sociales y ambientales asociados a la certificación.

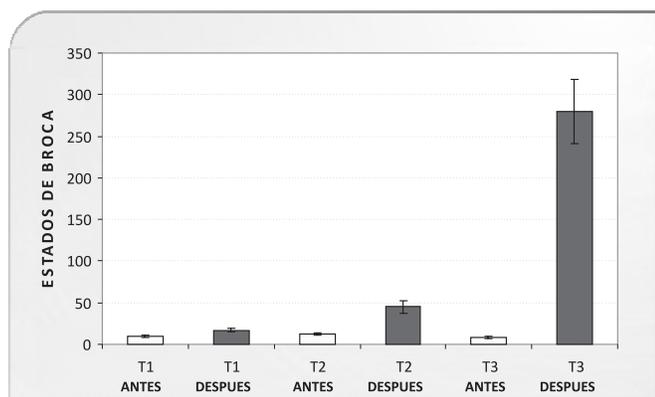
El objetivo general de esta investigación es determinar las ventajas de la certificación Rainforest Alliance (RA) en la economía del caficultor, y el específico es determinar la diferencia en productividad, utilidad y la percepción entre los caficultores que han implementado la norma de agricultura sostenible de Rainforest Alliance (RA) y los que no han implementado la norma.

Este experimento se realizará en los departamentos de Cundinamarca (municipios de Guaduas, La Palma, Vergara, Supatá, San Francisco) y Santander (municipios de Aratoca y San Gil).

**Evaluación de la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados.** Con el objetivo de reducir poblaciones de la broca y evitar su emergencia de los frutos infestados que caen, se viene evaluando la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados y su costo económico. Para esto se están evaluando tres tratamientos en las Subestaciones Experimentales La Catalina y Paraguaicito: T1) Nueva estrategia de manejo de broca durante el zoqueo, la cual consiste en la eliminación de frutos mediante recolección manual asistida con guantes y la captura de los frutos en mallas de sarán con velcro, T2) estrategia de manejo actual durante el zoqueo, que se refiere a la recolección manual de todos los frutos y la captura de éstos en recipientes recolectores tradicionales, y T3) testigo absoluto sin cosecha sanitaria. Los resultados biológicos de esta investigación sugieren que la disminución de broca utilizando control manual asistido con guantes para la eliminación de frutos y la captura

de éstos en mallas de sarán con velcro, disminuyeron en 95% las poblaciones de la broca que quedaron en el cafetal posterior al zoqueo (Figuras 34); mientras que la disminución con recolección manual con recipientes recolectores fue de 85% con respecto al testigo. Igualmente, se estimó un total de broca por hectárea en el tratamiento testigo de 9.660.000 estados totales, lo cual justifica la realización de la cosecha sanitaria en el zoqueo de cafetales infestados por la broca.

El análisis económico en este experimento permitió determinar que el 95% de los costos de aplicar estas estrategias (T1 y T2) estuvo representado en la mano de obra. Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos T1 y T2 mediante prueba t al 5%, en la variable costos de la mano de obra, siendo ésta de  $6,8 \pm 0,7$  y  $4,0 \pm 0,7$  jornales, respectivamente, por tratamiento. El costo por hectárea de aplicar cada tratamiento fue estimado con base a 5.000 árboles. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el costo del tratamiento T1 de  $\$ 762.067 \pm 52.801$  y de T2 de  $\$ 344.905 \pm 66.426$ . Es decir, el costo de usar guantes y mallas de sarán con velcro tuvo un sobre costo de 45%. De acuerdo a estos resultados y con el objetivo de seleccionar una estrategia económicamente viable para eliminar la broca durante el zoqueo de cafetales infestados, se recomienda evaluar la combinación de recolección manual asistida con guantes y los recipientes recolectores tradicionales para la eliminación y captura de frutos en la cosecha sanitaria, como un tratamiento adicional en la ejecución de la segunda repetición de este experimento.



**Figura 34.** Número de brocas vivas por medio metro cuadrado, antes y después de aplicados los tratamientos

**Efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivo de café.** Por medio de análisis de varianza y de contrastes ortogonales se analizó el efecto de la fertilización química sola o en combinación con el insumo biológico (Bacthon) en el cultivo de café. Se evaluaron dosis de fertilizante químico (en  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) desde 352 de N, 147 de P y 386 de K ( $885 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) hasta 88 de N, 37 de P y 96 de K ( $221 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) y dosis aplicadas en combinación con el insumo biológico desde 198 de N, 74 de P y 194 de K ( $466 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) hasta 30 de N, 13 de P y 33 de K ( $76 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ). En la tasa diaria de crecimiento de las plantas y en la variable altura los resultados indican diferencias estadísticas a favor de las plantas fertilizadas en relación con las plantas que no recibieron fertilización durante un ciclo productivo. En el peso total de la planta se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las plantas no tratadas ( $2.950 \text{ g/planta}$ ) con las plantas fertilizadas con  $885 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  y con las fertilizadas con  $466 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  + el insumo biológico ( $1,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ), con un promedio del peso de las plantas fertilizadas de  $3.865$  y  $4.046 \text{ g}$ , respectivamente. En la incidencia de la mancha de hierro en los frutos, al final del experimento las plantas fertilizadas con  $466 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  + el insumo biológico ( $1,5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) presentaron el menor grado de enfermedad, con diferencias estadísticas significativas al compararlas con las plantas que no recibieron la adición del fertilizante. En la variable producción, para la primera cosecha principal (año 2004) las dosis del fertilizante químico desde  $885$  hasta  $221 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  y las dosis del fertilizante químico desde  $466$  hasta  $76 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  más el insumo biológico desde  $1,5$  hasta  $3,0 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ , no presentaron diferencias estadísticas con respecto a las plantas que no recibieron fertilización. En la segunda y tercera cosecha principal (años 2005 y 2006) las plantas fertilizadas con las dosis mencionadas anteriormente, tuvieron una mayor producción en comparación con las plantas no fertilizadas, con diferencias estadísticas significativas entre ellas, a excepción de la dosis de mayor reducción en los niveles de nutrimentos ( $76 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  + el insumo biológico  $3,0 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ). Estos resultados muestran que es posible reducir la dosis de fertilizantes simples con resultados productivos, así como también que esta reducción de macroelementos acompañada de fertilizantes biológicos puede ser una opción agronómica, económica y sostenible.



Municipio: \_\_\_\_\_  
Finca: La Sawa, Rio, C...  
Procedencia del agua: Nacimiento  
Unidad de toma de la muestra: L...  
Manguera: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_ (no l...  
Codigo interno: \_\_\_\_\_  
\*Favor diligenciar los datos en la botella plástica

# Calidad y cafés especiales

### Calidad del café

**Estudio de la calidad y del contenido de elementos químicos en el café de Colombia según los suelos y la altitud del cultivo. QIN 3010.** Para conocer el efecto de la altitud y de los suelos en la calidad del café de Colombia y en el contenido de elementos químicos en los granos se completaron los muestreos en el Huila y Tolima para un total de 622 muestras del proyecto. En los tres años de esta investigación se estandarizaron las metodologías de análisis y de los procesos de beneficio en las fincas participantes, se beneficiaron las muestras de café y se tomaron las muestras de los suelos de los lotes de cultivo y de las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas. Se completó el análisis de la calidad física de los granos y de la bebida para un total de 9.904 análisis físicos y 7.428 de la calidad en taza. En el último año se efectuaron 61.192 determinaciones de los 43 elementos químicos en granos de café almendra y tostado y en las aguas de beneficio, para un total de 108.471 mediciones por ICP-OES. En las aguas tomadas de las fincas se determinó el contenido de los 43 elementos y se han efectuado el 51% de las determinaciones de elementos en los granos almendra, 36% en los granos tostados y 19% en los suelos.

En esta investigación participan investigadores y tecnólogos de la Disciplina de Calidad y Manejo Ambiental, extensionistas de los departamentos de Huila, Tolima, Antioquia, Quindío y jefes de la Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello, Santander y Paraguaicito. Las muestras evaluadas provienen de 7 departamentos, 14 unidades de suelos, 6 materiales parentales, 3 rangos de altitud, 6 variedades, 2 prácticas de beneficio, 2 tipos de beneficio, 2 tipos de secado, 2 cosechas por cada sitio de muestreo y 3 años de muestreos y análisis de laboratorio. Se tomaron muestras en las cosechas de 2005 (octubre a diciembre) en Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander; cosechas de 2006 (abril a junio y octubre a diciembre) en Huila, Tolima, Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander, y cosechas de 2007 (abril a junio y octubre a diciembre) en Huila y Tolima.

**Resultados de los análisis de la calidad física y en taza de las muestras de las fincas.** Se crearon y verificaron las bases de datos con la información según la trazabilidad de las muestras. Los resultados se evaluaron mediante estadística descriptiva y con análisis de varianza y prueba de Duncan al 5%, y también se buscaron las relaciones entre las variables y también la influencia de los factores de estudio con los resultados de la calidad de las muestras. Los defectos predominantes en la bebida de café fueron el fermento y el vinagre. Para altitudes inferiores a 1.300 m sobresalieron los defectos ásperos, contaminados y el sabor sucio, debidos a la broca y su manejo, y para café de altitudes superiores a 1.600 m los sabores agrios y fermentos, originados en el inadecuado beneficio y secado.

**Reportes de calidad de café, calidad microbiológica de las aguas y análisis de suelos.** Para la información de los caficultores participantes se enviaron los resultados de la calidad física y sensorial de cada una de las muestras de café tomadas en las fincas y también los análisis fisicoquímicos de los suelos y de las características microbiológicas y fisicoquímicas de las aguas, a cada Comité participante. Además, para el establecimiento de las mejoras en los procesos del café en las fincas y para la búsqueda de una optimización en la consistencia y la calidad del producto se enviaron las siguientes recomendaciones:

- Controlar oportuna y efectivamente la broca.
- Controlar los tiempos para la fermentación del mucílago según el sitio del beneficiadero, (12 a 16 horas, es generalmente suficiente para la fermentación del mucílago).
- Controlar la separación de mucílago de los granos en el desmucilaginado, antes de su secado.
- Controlar que la pulpa y los granos guayabas se retiren de los granos en el despulpado. No permitir que los granos permanezcan con estos residuos en el tanque, ni durante el secado.
- Verificar la calidad de agua usada en el beneficio del café.
- Lavar bien el café y separar impurezas antes de su secado.
- Usar capas no mayores a 3 cm en el secado solar y vigilar que no se humedezca o contamine el grano en el secador.

- Controlar que la humedad final del café pergamino esté entre 10 y 12%, ya que un 40% de las muestras de la segunda cosecha estuvieron fuera del rango establecido.
- Evitar las contaminaciones por los combustibles en el secado mecánico.
- Evitar las contaminaciones del café en el almacenamiento y el transporte.
- Mejorar el manejo del sistema de documentación de las muestras.
- Completar y enviar los formatos de registro de trazabilidad de origen y proceso de muestras.

**Calidad química de las aguas usadas en el beneficio del café en las fincas.** En las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas de todos los orígenes se encontró:

Si, Ce, Ti y Na. Los elementos más abundantes en las aguas de las fincas son en su orden Si, Ca, Na, Mg, K, S, Rb, P, Sr, B, Al, Cu, Mn, Ba, Tl y Zn y los menos abundantes son en su orden Be, Sc, Bi, Ag, Au, Sb, Se, Li, Te, Pd, Cd, Co, Mo y Ga. Los contenidos de elementos en las aguas más variables son en su orden Si, Na, Ca, K, Rb, Sr, Ti, Sn, In, Ge, Ce, Ni, Cr, Pt, Pb, La, Co, Cd y Ag y los que presentaron menos variación fueron Mo, Fe, Zn, Mn, Cu y Al.

En la Tabla 46 se presentan los promedios de contenidos de los 43 elementos en las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas, según el orden de abundancia, y en la Tabla 47 se observan los resultados del análisis de varianza (Duncan 5%) de los promedios de contenidos de los 43 elementos en las aguas usadas para el

**Tabla 46.** Contenido de elementos químicos en las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas, según el orden de abundancia, medidos por ICP-OES (, (233 muestras). QIN 3010. Octubre de 2008.

Elemento	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio	C.V. %
Si	ppm	1.913	40.323	19.611	293,3
Ca	ppm	0	40.137	9.216	124,3
Na	ppm	0,870	12.673	4.854	204,0
Mg	ppm	0	16.763	3.441	85,1
K	ppm	0	4.519	1.367	152,9
S	ppm	0	6.815	1.052	83,7
Rb	ppm	0	1.739	0.793	145,4
P	ppm	0	1.020	0.357	99,8
Sr	ppm	0	0.405	0.133	120,6
B	ppm	0	0.540	0.071	63,0
Al	ppm	0	0.734	0.058	38,8
Cu	ppm	0	0.430	0.051	45,6
Mn	ppm	0	0.632	0.049	31,3
Ba	ppm	0	0.284	0.035	61,8
Zn	ppm	0	0.197	0.012	30,3
Fe	ppm	0	0.201	0.001	9,7
Tl	ppb	0	307.651	31.516	65,8
Ti	ppb	0,268	44.450	11.413	144,9
Sn	ppb	0	32.593	7.103	104,5
In	ppb	0	24.447	6.924	117,8
Ge	ppb	0	16.450	4.538	116,6
As	ppb	0	28.250	4.214	83,2
V	ppb	0	46.753	3.199	72,9
Ce	ppb	0,247	8.682	2.864	230,8
Ni	ppb	0	12.622	2.590	111,1
Cr	ppb	0	12.953	2.471	101,3
Pt	ppb	0	11.475	2.072	107,8

Continúa...

...continuación

<b>Pb</b>	ppb	0	10.079	2.053	102,5
<b>La</b>	ppb	0	6.855	1.459	108,6
<b>Ga</b>	ppb	0	13.077	1.456	87,7
<b>Mo</b>	ppb	0	36.760	1.390	33,3
<b>Co</b>	ppb	0	4.551	1.154	103,8
<b>Cd</b>	ppb	0	4.224	1.115	130,5
<b>Pd</b>	ppb	0	4.762	1.024	99,4
<b>Te</b>	ppb	0	10.847	0.996	52,6
<b>Li</b>	ppb	0	5.534	0.886	70,3
<b>Se</b>	ppb	0	7.557	0.843	57,9
<b>Sb</b>	ppb	0	4.168	0.719	63,8
<b>Au</b>	ppb	0	3.180	0.609	79,3
<b>Ag</b>	ppb	0	1.597	0.329	108,0
<b>Bi</b>	ppb	0	1.575	0.297	70,9
<b>Sc</b>	ppb	0	1.073	0.064	69,9
<b>Be</b>	ppb	0	0.301	0.058	82,8

beneficio del café en las fincas, según la procedencia de las aguas.

Solo se presentaron diferencias significativas al 5% entre las procedencias del agua sea de nacimiento o de acueducto para los siguientes elementos: B, Ga y Si, con mayores contenidos en aguas de nacimientos y S y Mo mayores en aguas de acueducto, lo cual indica poca diferencia en la calidad química entre las aguas usadas en las fincas cafeteras de Colombia.

No se presentaron diferencias significativas entre los departamentos en el contenido de los siguientes elementos en las aguas: Al, Cu, Fe, Ge, Mn, Mo, Pb, Pt, Sc y el Zn. Se destaca que los elementos Ba, Bi, Cu, Fe, Sb y Zn estuvieron ausentes en las aguas de Cesar, mientras que en las aguas de Santander no se encontró Al, Fe, Mn y Zn, tampoco las aguas de Tolima presentaron Zn.

No hubo diferencias significativas según la altitud en los contenidos de los siguientes elementos en el agua de beneficio: As, Au, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, La, Na, Mn, Mo, P, Pb, Pt, Rb, Sb, Sc, Sr, Te y V. Sin embargo, se destacan las diferencias estadísticas entre las aguas de fincas localizadas a altitudes mayores a 1.600 m de los otros rangos altitudinales evaluados para B, Ba, Bi, Ni, Se, Si y entre las aguas de fincas ubicadas a menos de 1.300 m de los rangos superiores para los siguientes elementos Ca, Mg, S, Sn y Ti. No se registraron diferencias significativas en el contenido de los elementos químicos en las aguas usadas para el beneficio según el material parental donde se cultiva el

café, en los siguientes elementos: Al, As, Ca, Ge, Mn, Mo, Na, Pb, Pd, Pt, Sc, Se, Te, Ti, V y Zn. Tampoco se encontraron diferencias significativas en el contenido de los siguientes elementos entre las unidades de suelos: Al, As, Be, Cu, Fe, Mn, Pb, Pd, Pt, Sr, Te, Ti y Zn.

De las 903 relaciones entre los elementos contenidos en las aguas usadas para el beneficio del café analizadas mediante la correlación lineal de *Pearson* se encontraron 12 relaciones significativas al 5% con coeficientes superiores a 0,69 que son: Mn - Cu 0,95; Mn - Zn 0,92; Cu - Zn 0,88; Ca - Ti 0,85; Cr - Cd 0,85; Sb - Te 0,8; Te - Sc 0,8; Mg - Ca 0,76; Cu - Ba 0,74; Ba - Cu 0,74; Cd - P 0,72; Mg - Ti 0,7. Estas relaciones indican que simultáneamente en las aguas se encuentran ambos elementos, los cuales pueden provenir de varias fuentes como los fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas, desechos de las industrias, desechos domésticos y también de minerales presentes en forma natural en los suelos. Estas relaciones también pueden contribuir a decidir cuáles elementos se pueden medir en las aguas y estimar el otro con base en los ajustes lineales que se obtengan.

Según los resultados precedentes de la investigación QIN 3010, se infiere que la calidad del agua de las fincas influye en los elementos químicos contenidos en los granos de café almendra. La planta de café asimila los elementos químicos de los suelos, de las sales disueltas y también puede adsorber elementos de las aguas usadas en el beneficio y de esta forma contaminarse.

**Tabla 47.** Resultados de la estadística descriptiva y del análisis de varianza (Duncan 5%) de los contenidos promedios de los 43 elementos en las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas, según la procedencia de las aguas.

Factor/Elemento	Ag			Al			As			Au										
	Mínimo	Máximo	Media	C.V. %	Dif	Mínimo	Máximo	Media	C.V. %	Dif	Mínimo	Máximo	Media	C.V. %	Dif					
Procedencia	0	0.8662	0.3027	85.87	A	0	0.7336	0.0684	226.62	A	0	24.1667	4.2769	117.16	A	0	3.1797	0.5521	126.23	A
Acueducto	0	1.5966	0.3513	96.13	A	0	0.7281	0.0490	295.94	A	0	28.2500	4.1587	123.50	A	0	2.8923	0.6591	125.31	A
Nacimiento	0	1.5966	0.3513	96.13	A	0	0.7281	0.0490	295.94	A	0	28.2500	4.1587	123.50	A	0	2.8923	0.6591	125.31	A
Factor/Elemento	B			Ba			Be			Bi										
Procedencia	0	0.3759	0.0554	182.79	B	0	0.2259	0.0355	158.98	A	0	0.2951	0.0534	128.44	A	0	1.5750	0.3442	129.23	A
Acueducto	0	0.5396	0.0849	142.25	A	0	0.2835	0.0355	165.11	A	0	0.3013	0.0629	115.06	A	0	1.3516	0.2548	153.38	A
Nacimiento	0	0.5396	0.0849	142.25	A	0	0.2835	0.0355	165.11	A	0	0.3013	0.0629	115.06	A	0	1.3516	0.2548	153.38	A
Factor/Elemento	Ca			Cd			Ce			Co										
Procedencia	1.2805	29.7200	9.6837	70.35	A	0	3.5963	1.2114	67.72	A	0.2472	5.9567	2.7404	38.85	A	0	4.5507	1.2207	94.29	A
Acueducto	0	40.1367	8.8051	89.84	A	0	4.2240	1.0293	85.23	A	0.5796	8.6817	2.9731	46.16	A	0	4.3493	1.0957	98.28	A
Nacimiento	0	40.1367	8.8051	89.84	A	0	4.2240	1.0293	85.23	A	0.5796	8.6817	2.9731	46.16	A	0	4.3493	1.0957	98.28	A
Factor/Elemento	Cr			Cu			Fe			Ga										
Procedencia	0	12.9527	2.6412	87.75	A	0	0.4297	0.0580	211.45	A	0	0.2008	0.0018	1044.03	A	0	4.9473	1.1150	99.92	B
Acueducto	0	12.5300	2.3218	109.48	A	0	0.4284	0.0455	226.36	A	0	0.1137	0.0012	909.64	A	0	13.0773	1.7564	112.63	A
Nacimiento	0	12.5300	2.3218	109.48	A	0	0.4284	0.0455	226.36	A	0	0.1137	0.0012	909.64	A	0	13.0773	1.7564	112.63	A
Factor/Elemento	Ge			In			K			La										
Procedencia	0	15.5433	4.5436	85.14	A	0	23.5767	6.2052	92.19	A	0	3.3135	1.3177	60.09	A	0	5.2557	1.3499	97.51	A
Acueducto	0	16.4500	4.5323	86.63	A	0	24.4467	7.5560	78.95	A	0	4.5187	1.4105	69.25	A	0	6.8547	1.5558	87.83	A
Nacimiento	0	16.4500	4.5323	86.63	A	0	24.4467	7.5560	78.95	A	0	4.5187	1.4105	69.25	A	0	6.8547	1.5558	87.83	A
Factor/Elemento	Li			Mg			Mn			Mo										
Procedencia	0	4.6033	0.8076	150.04	A	0	16.7633	3.7104	131.62	A	0	0.6263	0.0589	289.50	A	0	36.7600	1.9980	297.37	A
Acueducto	0	5.5343	0.9543	136.26	A	0	15.2067	3.2046	97.77	A	0	0.6325	0.0409	355.57	A	0	6.9173	0.8547	134.52	B
Nacimiento	0	5.5343	0.9543	136.26	A	0	15.2067	3.2046	97.77	A	0	0.6325	0.0409	355.57	A	0	6.9173	0.8547	134.52	B
Factor/Elemento	Na			Ni			P			Pb										
Procedencia	1.1183	12.6733	4.8691	51.26	A	0	12.6217	2.6930	87.87	A	0	1.0203	0.3899	90.65	A	0	10.0790	2.1914	92.62	A
Acueducto	0.8705	11.3500	4.8405	47.14	A	0	11.8500	2.4997	92.20	A	0	1.0196	0.3288	109.79	A	0	8.1180	1.9322	102.46	A
Nacimiento	0.8705	11.3500	4.8405	47.14	A	0	11.8500	2.4997	92.20	A	0	1.0196	0.3288	109.79	A	0	8.1180	1.9322	102.46	A
Factor/Elemento	Pd			Pt			Rb			S										
Procedencia	0	4.4987	0.9795	107.93	A	0	6.6637	1.8535	98.51	A	0	1.7387	0.8316	69.54	A	0	6.8147	1.4472	106.51	A
Acueducto	0	4.7620	1.0634	94.84	A	0	11.4747	2.2639	87.96	A	0	1.7373	0.7591	67.79	A	0	4.7563	0.7049	112.83	B
Nacimiento	0	4.7620	1.0634	94.84	A	0	11.4747	2.2639	87.96	A	0	1.7373	0.7591	67.79	A	0	4.7563	0.7049	112.83	B
Factor/Elemento	Sb			Sc			Se			Si										
Procedencia	0	4.1680	0.8521	140.63	A	0	1.0729	0.0714	164.85	A	0	7.5567	0.8411	195.61	A	2.0517	34.1067	18.5603	33.17	B
Acueducto	0	4.1337	0.6027	174.81	A	0	0.2847	0.0568	102.20	A	0	5.8527	0.8447	150.70	A	1.9127	40.3233	20.5349	34.16	A
Nacimiento	0	4.1337	0.6027	174.81	A	0	0.2847	0.0568	102.20	A	0	5.8527	0.8447	150.70	A	1.9127	40.3233	20.5349	34.16	A
Factor/Elemento	Sn			Sr			Te			Ti										
Procedencia	0	24.7067	6.6868	86.40	A	0	0.3742	0.1447	81.00	A	0	10.8473	1.2470	177.76	A	2.1773	44.4500	12.1680	67.40	A
Acueducto	0	32.5933	7.4697	101.51	A	0	0.4054	0.1222	84.05	A	0	7.4683	0.7747	197.37	A	0.2681	33.5900	10.7490	70.25	A
Nacimiento	0	32.5933	7.4697	101.51	A	0	0.4054	0.1222	84.05	A	0	7.4683	0.7747	197.37	A	0.2681	33.5900	10.7490	70.25	A
Factor/Elemento	Tl			V			Zn													
Procedencia	0	0.1755	0.0257	145.54	A	0.0027	27.5133	3.3550	116.76	A	0	0.1972	0.0154	303.29	A					
Acueducto	0	0.3077	0.0366	150.55	A	0	46.7533	3.0205	150.07	A	0	0.1587	0.0094	356.99	A					
Nacimiento	0	0.3077	0.0366	150.55	A	0	46.7533	3.0205	150.07	A	0	0.1587	0.0094	356.99	A					

De otra parte se encontró que los valores máximos hallados en las aguas usadas para el beneficio del café en las fincas superaron los valores máximos admitidos en las aguas potables, según las regulaciones para los siguientes elementos: Al, As, B, Cd, Mn, P, Pb y Tl, y los promedios medidos también superaron los valores admitidos para el contenido de P y Tl. Las principales fuentes de estos elementos según la literatura pueden ser según el elemento:

- El P puede provenir de residuos de fertilizantes, detergentes y desechos industriales.
- El As puede provenir de fertilizantes y de residuos industriales.
- El Pb de pigmentos, pinturas, soldaduras, industria química, insecticidas, humo de cigarrillos y gasolina.
- El Tl de la industria química, los insecticidas y los venenos para ratones.
- El Cd de industrias metálicas, corrosión de tubos galvanizados, líquidos de baterías y pinturas.
- El Al de las industrias químicas, construcción, transporte, empaques para alimentos, alambres, cables, utensilios de cocina, pinturas y combustibles.
- El B de la industria metalúrgica, jabones, cosméticos, talcos, insecticidas, herbicidas, manufactura del papel, cuero y plásticos.
- El Mn puede provenir de la industria de pinturas y barnices y del vidrio y también de pilas y baterías.

**Calidad físico-química del café tostado de las muestras de café de las fincas.** Se determinó la humedad y la actividad del agua del café tostado en grano y molido, el color del café molido, el pH, la acidez, los sólidos solubles, los grados Brix, el pH y la acidez medida por titulación de la bebida de café, para muestras con y sin defectos físicos del grano. Se efectuó análisis descriptivo y de varianza Duncan 5% para conocer si se presentan diferencias estadísticas para estas características del café según los factores de estudio y procesos. Se encontró que la presencia de defectos físicos en las muestras de café almendra tiene influencia en un mayor contenido de sólidos solubles de la bebida, y esto explica en parte los sabores sucios y cuerpos pesados encontrados en muestras que contienen defectos como negros, brocados y también la menor acidez encontrada, ya que el pH fue mayor en las muestras. También, el rendimiento en trilla fue adecuado para las muestras sin defectos. El tipo de beneficio, secado y la práctica de beneficio influye en la calidad física de los granos y el rendimiento en trilla, con mayores condiciones óptimas para el café

beneficiado con buenas prácticas, por fermentación natural y secado al sol.

### **Contenido de nitrógeno en los granos de café almendra.**

Se determinó el contenido de nitrógeno de las muestras de café tomadas de las fincas mediante el método Kjeldahl. En los granos de café almendra el nitrógeno total varió de 1,31 a 3,24%, (b.s.) con un promedio de 2,05. No hubo diferencias significativas en el contenido de nitrógeno del grano de café según la altitud ni según la variedad, pero sí entre las unidades de suelos y los materiales parentales.

### **Estudio de la calidad y la composición química de café de varios países de origen. QIN3011.**

Para conocer el contenido de los elementos químicos y las características de calidad del café de otros orígenes botánicos y geográficos, y compararlas con el café de Colombia durante el año 2008 se recibieron ocho muestras de Costa Rica, las cuales se prepararon para el análisis de elementos químicos.

### **Entrenamiento de catadores y funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. QIN 0302.**

Se evaluaron 3.815 tazas de café de muestras las investigaciones QIN3010, QIN3011 y QIN0302 sobre la calidad del café que se desarrollan en la Disciplina. También se prestó el servicio de análisis físicos y de catación a otras disciplinas como Mejoramiento, Biodigestión, Suministros, Dirección e Ingeniería Agrícola, con un total de 806 tazas.

### **Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación. ING 1123.**

Se obtuvo la curva de remoción de mucílago para el proceso de fermentación natural, en condiciones ambientales de Cenicafé. En las primeras nueve horas del proceso se tiene una remoción de mucílago del 72%, a partir de este momento la remoción se hace más lenta, hasta llegar a un valor de remoción de 97% después de 15 a 17 horas, que corresponde a una cantidad de mucílago de 2%. Este comportamiento hace que se dificulte la identificación del punto de lavado al final del proceso. El proceso de remoción no se ve afectado por la cantidad de café dentro del tanque, el tiempo total de fermentación es el mismo a alturas de llenado de 25%, 50%, 75% y 100%. Sin embargo, sí se presenta efecto del tiempo sobre la calidad del café, si el café no tiene selección previa en el despulpado, presenta menor tiempo de fermentación que el café seleccionado. En condiciones de Cenicafé,

estos tiempos son de 15 y 17 horas, respectivamente. La respuesta en las variables temperatura y pH, también se ve afectada por esta condición, con mayores valores de temperatura y menores de pH, en los tratamientos de café sin seleccionar, lo anterior genera mejores condiciones para la actividad enzimática y por esta razón se reduce el tiempo de fermentación.

En la respuesta sobre la calidad en taza, cuando la remoción se ha dado en más del 97%, no se presenta el defecto fermento; sin embargo, se presentan tazas con Impresión Global menor a 6, correspondientes al café que no ha sido seleccionado. El defecto fermento se presenta entre 19 y 20 horas de proceso, es decir, dos o tres horas más de fermentación, lo cual indica la delicadeza de esta etapa y su influencia sobre la calidad del café.

En la evaluación de los métodos tradicionales utilizados para identificar el punto de lavado, se obtuvo como resultado que el método del orificio en la masa presenta respuestas afirmativas entre 6 y 8 horas del proceso, cuando la remoción de mucílago está entre el 50 y 60%. El método del tacto presenta respuestas afirmativas entre 9 y 11 horas, cuando la remoción está entre 70 y 80%. Lo anterior indica la falta de objetividad de estos métodos y la posibilidad de que por este motivo se estén produciendo los defectos de calidad relacionados con la fermentación.

Se inició el registro de las variables planteadas en la metodología, las cuales han presentado el siguiente comportamiento después de dos repeticiones:

El mucílago representa inicialmente el 29,5% en peso del café despulpado, en promedio, y disminuye durante el proceso de fermentación a menos del 2%, lo que indica el punto de lavado, en un tiempo aproximado de 15 horas,

en las condiciones ambientales del beneficiadero de Cenicafé (Chinchiná, Caldas). Los métodos tradicionales utilizados por los patieros para determinar el punto de lavado, introducción de un trozo de madera y el tacto, no son confiables ya que dan respuestas positivas a partir de las cuatro horas de haber depositado el café despulpado en el tanque.

El comportamiento del pH, la resistencia al punzón y la temperatura de la masa, varían conforme avanza la fermentación, e indican cambios en ésta que podrían ser utilizados para verificar el punto final de este proceso.

**Evaluación de un método para la medición de humedad del grano de café en el secado solar. ING 0829.** En la etapa de secado del café los caficultores aún tienen dificultad para determinar el momento indicado de retirar el café, que asegure un contenido de humedad del grano entre el 10 y 12%, rango establecido para su comercialización. Por ello Oliveros (2002) propuso un método denominado GRAVIMET, para garantizar que al finalizar la etapa de secado, el contenido de humedad del grano esté entre el 10 y 12%; el método es de fácil aplicación y económicamente asequible al pequeño y al mediano caficultor. Para su aplicación es necesario una muestra de 200 g de café lavado y sano, contenida en una canastilla de polietileno. Diariamente y empleando una balanza digital con sensibilidad de 1 g, se sigue la disminución y/o cambios de peso, hasta que el café alcance un peso final de 104 ó 105 g, momento en el cual el contenido de humedad está en el rango de comercialización. El método GRAVIMET tiene una precisión del 1%, empleando balanzas con sensibilidad de 1 g; de acuerdo a las pruebas realizadas en fincas de los municipios de Manizales y Chinchiná, se encontró que en el 93% de los casos el método garantizó un contenido de humedad entre el 10 y 12%.



# Sistemas de producción complementarios



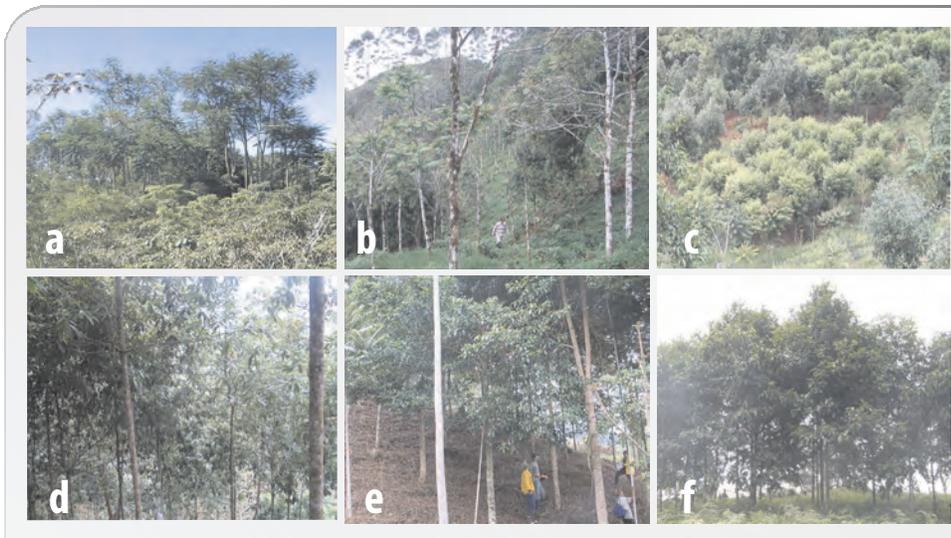
**Conservación de recursos genéticos en la región andina colombiana.** Con un área experimental de 18,6 ha: 9,8 ha en zona cafetera y 8,8 ha por encima de 1.800 m de altitud, donde se tienen establecidas 28 especies nativas objeto de conservación, se desatacan las siguientes en la zona cafetera central: trapiche (*Prunus integrifolia*), cedro negro (*Juglans neotropica*), aceituno (*Vitex cooperii*) y tambor (*Schizolobium parahyba*). Para la zona alta, las especies de mejor desarrollo son: mondey (*Gordonia humboldtii*), roble de tierra fría (*Quercus humboldtii*), chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*), cedro de altura (*Cedrela montana*) y arrayán de Manizales (*Laphoensia puniceifolia*) (Tabla 48).

**Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para reforestación industrial.** Se continuó con la evaluación de los ensayos de densidad y fertilización de las especies aliso (*Alnus acuminata*), chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) y nogal cafetero (*Cordia alliodora*), establecidos en las fincas Montenegro (Gigante), La Suecia (El Tambo) y Tequenusa (Líbano). Los datos obtenidos con la medición dendrométrica del año 9, muestran que el aliso, con un diámetro de 18,93 cm, presentó el mayor crecimiento bajo el tratamiento 12 (densidad inicial de 1.666 árboles/ha, dos raleos programados en los años 3 y 6, y una densidad final

de 277 árboles/ha). La mayor altura de 20,03 m, se presentó en el tratamiento 18 (densidad inicial de 1.666 árboles/ha, raleo al año 6 y densidad final de 555 árboles/ha). En fertilización, el tratamiento 4 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 20 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 40 kg.ha<sup>-1</sup> de K, 2,5 kg.ha<sup>-1</sup> de B y 5,5 kg.ha<sup>-1</sup> de elementos menores) presentó el mejor crecimiento en altura (16,75 m), el tratamiento con mejor diámetro correspondió al 2 (5,5 kg.ha<sup>-1</sup> de elementos menores) con 16,12 cm. En El Tambo, el Chaquiro registró un promedio del diámetro de 11,97 cm y una altura de 7,38 m. Para el ensayo de densidad, el tratamiento con mayor rendimiento corresponde al tratamiento 1 (densidad inicial y final de 1.666 árboles/ha), con diámetro promedio de 14,67 cm y una altura de 6,79 m. Para Chaquiro, en el ensayo de fertilización, el tratamiento con mayor rendimiento correspondió al 6, con un promedio del diámetro de 18,24 cm y de altura de 7,38 m; la dosis de fertilizantes aplicada fue de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 20 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 2,5 kg.ha<sup>-1</sup> de B y 5,5 kg.ha<sup>-1</sup> de elementos menores. Para nogal cafetero en El Líbano, alcanzó una tasa de crecimiento anual en diámetro de 1,58 cm y de altura de 1,18 m, el tratamiento 5 (distanciamiento final de 4 m x 4 m) alcanzó un diámetro promedio de 16,38 cm y una altura de 11,48 m, seguido del tratamiento 2 (distanciamiento final de 2,7 m x 2,7 m) con un diámetro de 15,21 cm y altura de 11,16 m.

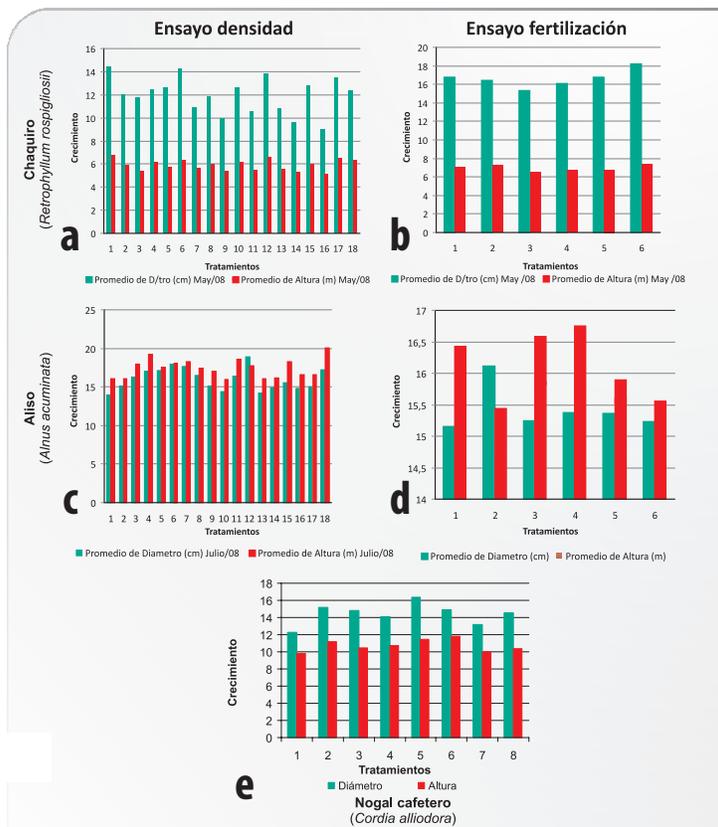
**Tabla 48.** Crecimiento medio anual (CMA) para las especies de mejor desarrollo en los bancos de conservación.

Especie	Edad de medición (años)	Crecimiento medio anual (CMA)		Altitud (m)
		Diámetro (cm/año)	Altura (m/año)	
Chaquiro ( <i>Retrophyllum rospigliosii</i> )	9,5	1,36	0,61	2.150
		1,6	0,84	2.000
	9,4	0,6	1,42	1.750
Trapiche ( <i>Prunus integrifolia</i> )	6,0	1,1	0,8	2.150
	9,2	1,08	1,84	1.750
Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> spp <i>acuminata</i> )	9,5	1,51	1,41	2.150
	9,3	1,7	1,66	2.000
Mondey ( <i>Gordonia humboldtii</i> )	9,1	1,1	0,9	2.150
	9,3	1,3	1,6	2.000
Roble ( <i>Quercus humboldtii</i> )	9,1	0,78	0,67	2.150
	10,3	1,04	1,0	2.000
Cedro negro ( <i>Juglans neotropica</i> )	9,3	0,8	0,59	2.000
	7,8	0,42	0,65	1.750
Tambor ( <i>Schizolobium parahyba</i> )	9,2	1,33	1,8	1.750



**Figura 36.**

Estado de desarrollo de algunas especies en los bancos de germoplasma a).Tambor, *Schizolobium parahyba*; b).Cedro negro, *Juglans neotropica*; c) Chaquiro, *Retrophyllum rospigliosii*; d). Roble de tierra fría, *Quercus humboldtii*; e). Mondey, *Gordonia humboldtii*; f). Trapiche, *Prunus integrifolia*.



**Figura 37.**

Crecimientos en diámetro y altura para a). Chaquiro, ensayo de densidad; b). Chaquiro, ensayo de fertilización; c). Aliso, ensayo de densidad; d). Aliso, ensayo de fertilización; e). Nogal cafetero, ensayo de densidad.

**Selección de árboles plus y evaluación genética de las mejores 20 progenies de las especies *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken y *Tabebuia rosea*.** La Federación Nacional de Cafeteros en convenio con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, han iniciado estudios relacionados con el manejo silvicultural, selección de genotipos de mayor productividad y control de problemas fitosanitarios en las especies nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y guayacán rosado (*Tabebuia*

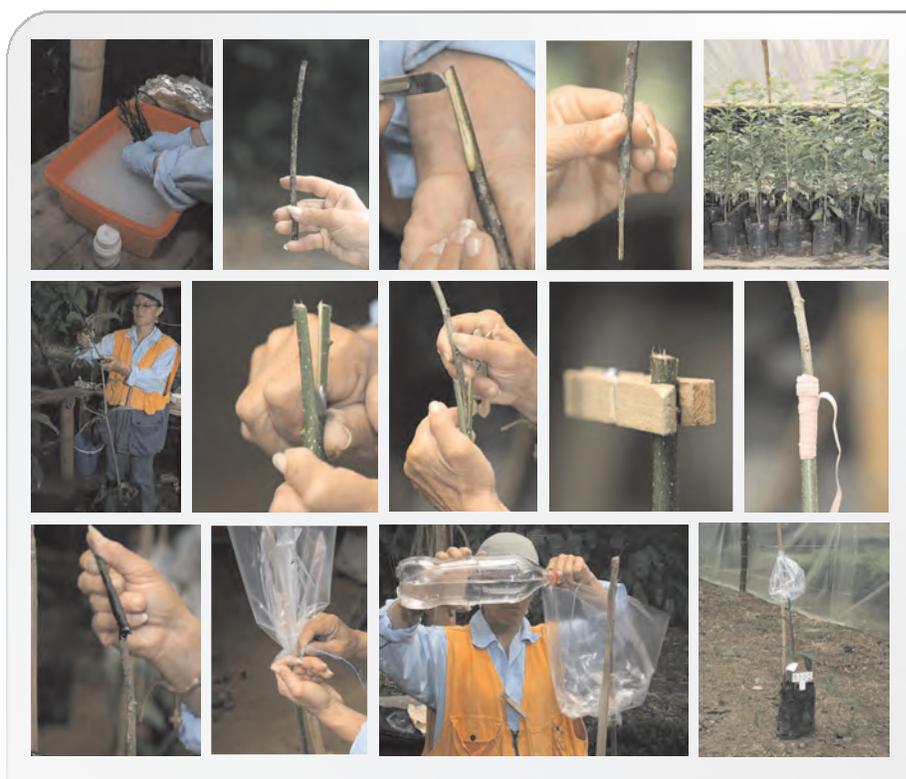
*rosea*), con el fin de potencializar su uso en reforestación comercial. Dentro de este contexto, se implementó este proyecto que busca que agricultores establezcan 10 ha de nogal cafetero y guayacán rosado como plantación homogénea y sistema agroforestal, con materiales seleccionados en el Programa de mejoramiento genético de Cenicafé. Para el establecimiento de las parcelas se produjeron 30.000 plántulas en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones La Catalina y Paraguaquito.

En departamento de Quindío, con la ayuda de la CRQ (Corporación Autónoma Regional del Quindío), se ha iniciado la selección de los beneficiarios del proyecto para el establecimiento de las parcelas. Se injertaron 600 patrones de nogal cafetero con los padres que presentaron las progenies de mayor promedio en productividad en madera ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) en los estudios establecidos para la especie en seis municipios (Figura 38), y con éstos establecer el huerto semillero clonal en la Estación Central Naranjal.

A mediados del año 2002, se observaron árboles de nogal cafetero de 18 meses de edad con alta emisión de rebrotes, que sucedían a la muerte de los mismos y a la formación de arrosamientos foliares, que traían como consecuencia retrasos marcados en el crecimiento, mal formaciones, pérdida de la calidad de la madera, secamiento foliar y muerte de los individuos de mayor susceptibilidad. Galvis *et al.* (2005) mediante pruebas moleculares (PCR anidado) determinaron que el posible agente causante de la enfermedad era un fitoplasma, organismo unicelular procariótico carente de pared celular, del Phylum Tenericutes y Clase Mollicutes. Con el objetivo de identificar genotipos de nogal cafetero

con tolerancia genética a la enfermedad se hicieron pruebas moleculares para identificar la presencia del microorganismo en muestras de ADN obtenidas en el huerto semillero clonal de nogal cafetero establecido bajo alta presión de inóculo natural de la enfermedad en la Subestación Experimental Paraguaicito. Se comprobó la calidad del ADN y mediante PCR anidado se obtuvo una banda en el control negativo (planta asintomática del vivero La Coca), que correspondió con una cobertura y un porcentaje de identidad máxima del 99% a *Delphinium 16SrIII Phytoplasma*. Adicionalmente, se hicieron pruebas de microscopía electrónica que tampoco permitieron identificar estructuras fitoplasmáticas en las muestras de los árboles enfermos. Se hicieron ITS's que al secuenciar y comparar en el Gen Bank, arrojaron similitud con *Cordia decandra* y *Escherichia coli* (Figura 39)

**Diagnóstico de problemas fitosanitarios de las plantaciones forestales.** Para la elaboración del diagnóstico, además de las visitas a los lotes experimentales, al momento de hacer las mediciones dendrométricas se evaluó el estado fitosanitario de los estudios, la incidencia y severidad de plagas y patógenos asociados, y se hizo la identificación de los



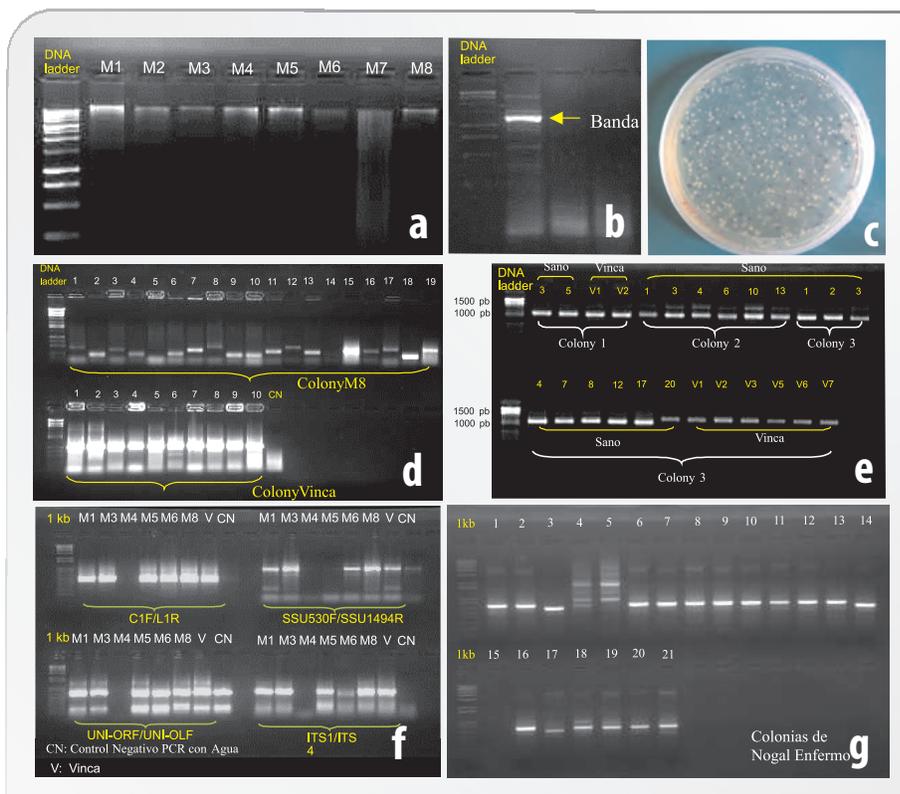
**Figura 38.**

Proceso de injertación de los mejores parentales de nogal cafetero.

mismos, mediante la aplicación de los postulados de Koch, la comparación con claves taxonómicas y la ayuda de los investigadores de la Disciplina de Entomología de Cenicafé.

Los resultados permitieron concluir que los problemas de mayor incidencia y severidad en el nogal cafetero son los causados por *Dyctyla monotropidia* (Hem: Tingidae), encontrado en El Líbano (Tolima), Belén de Umbría (Risaralda), Salamina (Caldas), Chinchiná (Caldas), Pueblo bello (Cesar) y Fredonia (Antioquia); el causado por *Xyleborus ferrugineus* (Col: Curculionidae: Scolytinae), que barrena el tallo y favorece la patogénesis de los necrosadores de madera *Ceratocystis* sp. (Sordariomycete: Ophiostomatacea) y *Fusarium* sp. (Sordariomycete: Nectriaceae), encontrado en Chinchiná (Caldas) y Argelia (Valle del Cauca); y el disturbio causado por un candidato a Fitoplasma (Mollicute: Acholeplasmataceae), encontrado este año en Chinchiná (Caldas), Belén de Umbría (Risaralda) y Salamina (Caldas), que deteriora considerablemente la calidad de la madera y con el que se está desarrollando una investigación con la que se pretende identificar genotipos de nogal con tolerancia a la enfermedad. En guayacán rosado el principal problema es la reducción

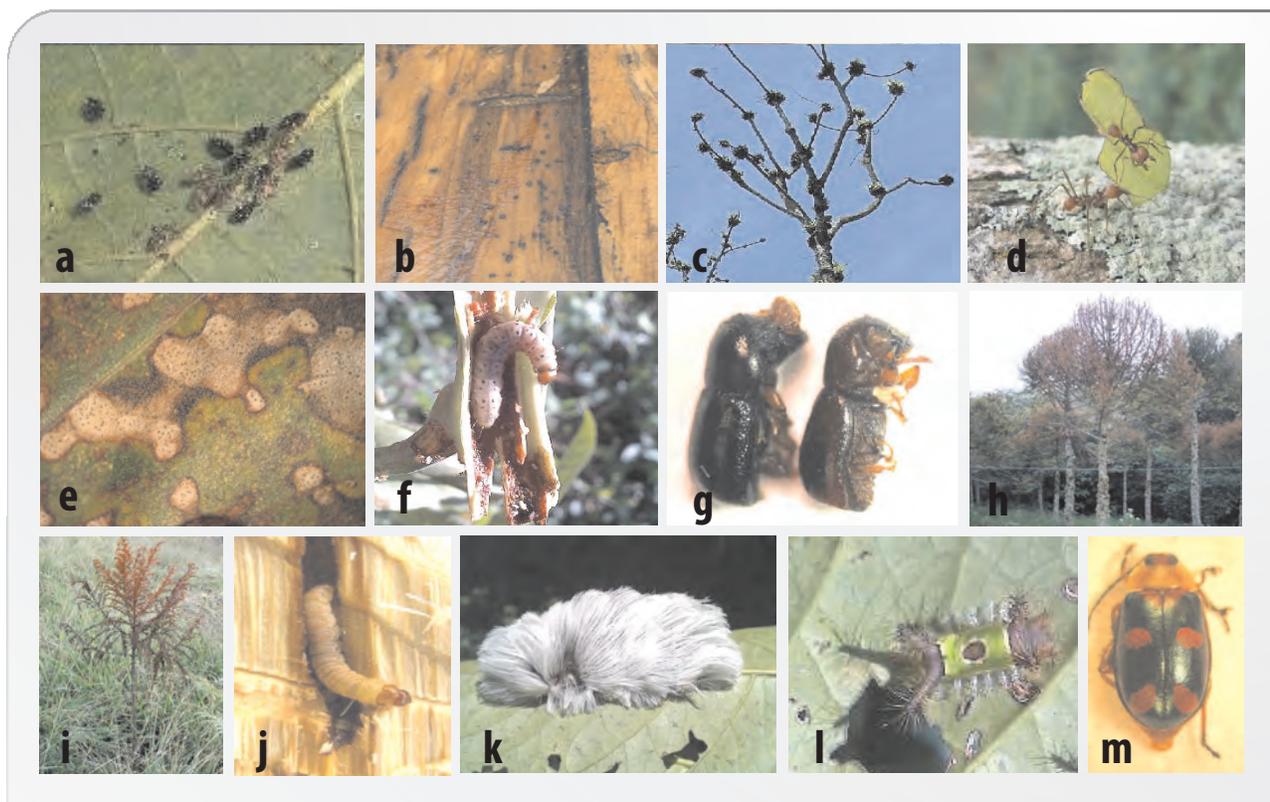
de la capacidad fotosintética del árbol, causado por las lesiones ocasionadas por *Mycosphaerella* sp. (Asc: Mycosphaerellaceae), en plantaciones de Pueblo Bello (Cesar), Floridablanca (Santander), Chinchiná (Caldas) y El Líbano (Tolima). Las plantaciones de cedro rosado y cedro de altura están siendo seriamente afectadas por un barrenador de las yemas terminales identificado como *Hypsiphyla grandella* (Lep: Pyralidae), se encontró en Belén de Umbría (Risaralda) y en El Líbano (Tolima). En aliso el principal problema es el causado por el barrenador del fuste *Corthylus zulmae* (Col: Curculionidae: Scolytinae) que adicional al daño directo, favorece la entrada de los hongos fitopatógenos *Ceratocystis* sp. (Sordariomycete: Ophiostomataceae), su estado asexual *Chalara* sp. y de *Fusarium* sp. (Sordariomycete: Nectriaceae), se encontró en Gigante (Huila), Herveo (Tolima) y Manizales (Caldas). En chaquiro se encontró un defoliador de la familia Geometridae, causando la muerte descendente en una plantación de Fredonia (Antioquia), este lepidóptero fue identificado como pos. *Eusarca* sp. Adicionalmente, se encontraron árboles afectados por *Glomerella* sp. (Asc: Glomerellaceae) en una plantación de El Tambo (Cauca). En tambor, el problema de mayor incidencia y severidad fue el causado por el barrenador del tallo *Mysaromima*



**Figura 39.**

Pruebas para la detección de genotipos tolerantes al disturbio. a) calidad del ADN; b) banda producto del PCR anidado, de nogal sano; c) células transformadas con la secuencia encontrada en nogal; d) colony; e) electroforesis del Miniprep; f) amplificación ITS's; g) miniprep de los ITS's.

*liquescens* (Lep: Oecophoridae) asociado a *Graphium* sp. (Deu: Stilbelacea), en una plantación de Planeta Rica (Córdoba). El trapiche siempre se encontró asociado a insectos perforadores de las familias Curculionidae, Chrysomelidae, Formicidae, Acrididae, Limacodidae y Megalopygidae.



**Figura 40.** Problemas fitosanitarios de mayor incidencia y severidad en las plantaciones forestales nativas. a) colonia de *Dyctyla monotropidia* en nogal cafetero; b) daño causado por *Xyleborus ferrugineus* en nogal cafetero; c) síntomas del disturbio del nogal cafetero; d) adultos de *Atta* sp. cosechando lamina foliar de guayacán rosado; e) daño causado por *Mycosphaerella* sp. en hojas de guayacán rosado; f) barrenador del cedro *Hypsiphyla grandella*; g) barrenadores del aliso *Corthylus* sp.; h) daño causado por pos. *Eusarca* sp. en chaquiro; i) síntomas de la enfermedad causada por *Glomerella* sp. en chaquiro; j) *Mysaromima liquescens* en tambor; k, l y m) perforadores de follaje de trapiche; k) *Megalopyge lanata*; d) larva de gusano monturita *Sibine* sp.; m) adulto de *Alaguasa* sp.



# Sostenibilidad Ambiental

## I. CAPTURA DE CARBONO

**Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies en el trópico – CREFT. FIS1510.** En el marco del proyecto CREFT, con el objetivo de ajustar y validar los parámetros incluidos en la versión inicial del modelo y construir, validar e incorporar nuevas especies forestales, se avanzó en las siguientes actividades:

Se dio inicio a la revisión de las bases de datos que alimentan el CREFT V1.0. Se replanteó el esquema utilizado para archivar y manejar la información recolectada en los muestreos de campo, se organizó la información presente de datos climáticos y se solicitó nueva información de la red climatológica nacional - IDEAM y de la red climatológica de la Federación Nacional de Cafeteros, de la cual se obtuvo y organizó información de 528.876 registros.

Se diseñó el sistema de bases de datos relacionales, que será utilizado para alimentar el modelo en su nueva versión.

En conjunto con los socios de las empresas reforestadoras, se definieron las localidades y lotes respectivos para iniciar el trabajo de campo; se solicitó información a las diferentes empresas para contar con datos de producción que contribuyan a validar las simulaciones obtenidas por la herramienta computacional CREFT. Se recibió información de las empresas: Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Reforestadora del Caribe, Reforestadora El Guásimo, Refocosta y Fundación Ecológica Cafetera, para las especies: *Acacia mangium*, *Pinus patula*, *Tectona grandis*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus caribea* y *Eucalyptus pellita*; también información de la ubicación geoespacial, entre otros, de lotes de *Eucalyptus grandis*, *Pinus patula*, *Pinus tecunumanii* y *Alnus acuminata*.

Se ajustaron de nuevo modelos a los datos obtenidos originalmente, obteniendo nuevos parámetros que alimentan el programa, caso especial el de los modelos de respuesta fotosintética a la radiación fotosintéticamente activa que han sido ajustados y replanteado el modelo original de Goudriaan. Además, se dio inicio a la modelación del clima, mediante la simulación de series de precipitación diaria con cadenas de Markov.

Se migraron los datos de (Access - PostgreSQL) relacionados con el clima, la especie forestal, las estaciones climáticas, los nutrientes y los usuarios del sistema. Se está construyendo el portal Web para el Sistema CREFT® (Figura 41).

## II. CONSERVACIÓN DE SUELOS

**Estudio del movimiento del agua en suelos de ladera derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana. SUE 0334.** Esta investigación plantea el desarrollo de un modelo numérico que explique el movimiento del agua a través del perfil del suelo, en condiciones de pendiente, para suelos derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana. El procedimiento se basa en la determinación de variables para la aplicación de las ecuaciones de flujo de agua en un medio poroso no saturado, sin el término de extracción de agua por las plantas en Andisoles cultivados con café; se contemplan las interacciones entre los procesos que ocurren en superficie y en la zona no saturada y se consideran los horizontes del perfil del suelo con sus propiedades físicas e hidráulicas. A partir de ésta y con la información climática y las características de la planta, se construirá y verificará un modelo matemático para el flujo de agua en el suelo, aplicando el método numérico de los elementos finitos.



Figura 41. Página principal y de ingreso al Sistema CREFT®.

A la fecha se inició la determinación de la conductividad hidráulica no saturada en el campo, en suelos de la unidad Chinchiná, aplicando el método del perfil instantáneo, y de las propiedades físicas e hidráulicas en el laboratorio.

**Prevención y control de erosión al nivel de finca cafetera. SUE 0906. Manejo de pasto rojo.** Para atender la solicitud de los caficultores hecha por medio del Servicio de Extensión del municipio de Palestina (Caldas), se realizó un ensayo en forma participativa al nivel de finca, con los recursos del agricultor, en un lote de café Variedad Castillo® de 12 meses de edad. Tal como lo reportan los caficultores, el control de pasto rojo (*Panicum laxum*) con glifosato, aplicado con equipo de aspersión fue deficiente (33% de control) (Tabla 49), sin embargo se observó un mejor control aunque no suficiente (61%) con el selector de arvenses. Con fuazifop -p- butil, a los 15 días después de la aplicación se alcanzó el valor promedio más alto de control (89%), lo cual coincidió con la mejor calificación por parte del agricultor como buen control.

**Impacto de la erosión en la producción del cultivo de café y en la calidad del suelo. SUE 0918.** Se evalúa el efecto de diferentes grados de erosión sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y sobre la producción del cultivo de café. Los tratamientos están conformados por cuatro fases de erosión combinadas con dos sistemas de manejo del suelo (suelo desnudo y suelo con coberturas). La investigación está instalada en la Subestación Experimental El Rosario, en suelos de la unidad Venecia, en un cultivo de café variedad Colombia.

En las Tablas 50 y 51 se presentan los valores de las propiedades químicas y físicas determinadas en el suelo con diferentes grados de erosión. Los resultados muestran que la erosión del suelo ocasiona alteraciones de dichas propiedades; el contenido de materia orgánica y la CIC determinadas a dos profundidades, se reduce conforme se pasa de una fase de erosión muy leve a una severa, el pH no presenta diferencias entre tratamientos, mientras que el contenido de aluminio es ligeramente menor en los suelos menos erosionados. El contenido de bases (K, Ca, Mg) no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, pero se observa una disminución de éstas con el aumento de la profundidad, lo cual indica que los nutrimentos están concentrados en la capa superficial del suelo.

También hubo aumento en la densidad aparente y en el contenido de arenas y disminución en el contenido de arcillas cuando se pasa de erosión muy leve a severa, en las dos profundidades evaluadas, así mismo los suelos más erosionados fueron menos estables, lo cual puede influir para que el proceso de erosión se acelere.

Por otro lado, no se encontró relación clara entre el rendimiento del cultivo de café y el grado de erosión del suelo (Tabla 52), debido posiblemente a que cuando la capa superficial no está totalmente erosionada o cuando las propiedades de las capas subsuperficiales no alcanzan valores limitantes para el desarrollo de las raíces, es posible obtener la producción potencial. En los casos en que están comprometidos el horizonte superficial y las propiedades del suelo sean desfavorables, se puede limitar la producción del cultivo de café, tal como ocurrió en algunos casos puntuales.

Tabla 49. Promedio y rango de control (%) de pasto rojo con diferentes herbicidas.

Tratamiento	---- 8 dda ----		---- 15 dda ----		---- 21 dda ----	
	Prom	IC	Prom	IC	Prom	IC
glifosato (selector)	29	6-53	50	24-77	61	25-97
fuazifop p butil	37	18-57	89	81-96	86	75-97
diquat	77	60-95	60	36-85	60	28-92
glufosinato de amonio	52	31-72	60	46-75	44	24-64
paraquat	74	53-95	73	48-98	71	45-98
glifosato (aspersión)	26	0-56	38	0-77	33	2-65

\* IC: Intervalo de confianza al 5%. (dda = días después de la aplicación)

**Tabla 50.** Propiedades químicas determinadas a dos profundidades, en cuatro fases de erosión, en suelos de la unidad Venecia.

Manejo	Fase erosión	M.O. %		pH		Al cmol(+).kg <sup>-1</sup>		CIC cmol(+).kg <sup>-1</sup>		Suma Bases cmol(+).kg <sup>-1</sup>	
		Profundidad (cm)									
		0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10
Suelo desnudo	Ligera	13,95	12,88	4,73	4,60	3,08	4,28	28,25	26,25	5,84	1,90
	Leve	10,76	9,06	4,28	4,34	8,88	9,62	29,20	28,20	2,05	1,24
	Moderada	7,83	6,62	4,47	4,48	5,14	6,19	21,17	20,33	3,90	2,70
	Severa	6,45	4,93	4,43	4,53	7,56	7,98	22,00	22,25	3,44	2,96
Suelo con coberturas	Ligera	11,80	10,88	4,43	4,45	4,93	5,63	23,75	24,75	3,06	1,87
	Leve	9,96	8,18	4,48	4,42	7,89	8,67	27,20	24,60	3,80	1,59
	Moderada	7,62	6,46	4,42	4,36	5,69	7,06	21,00	20,60	4,08	2,19
	Severa	7,19	6,56	4,46	4,44	6,07	7,83	22,57	21,29	4,01	2,14

**Tabla 51.** Propiedades físicas determinadas a dos profundidades, en cuatro fases de erosión, en suelos de la unidad Venecia.

Manejo	Fase de erosión	Profundidad horizonte A remanente (cm)	Arena %		Arcilla %		D.A. g.cm <sup>-3</sup>		DPM mm			
			Profundidad (cm)									
			0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10	0 - 5	5 - 10		
Suelo desnudo	Ligera	36,25	31,00	29,00	45,75	47,00	0,83	0,75	3,21	2,98		
	Leve	17,00	32,80	33,40	45,00	45,40	0,93	0,91	2,91	2,61		
	Moderada	8,00	39,57	39,83	39,00	39,33	1,06	1,05	2,59	2,22		
	Severa	0,50	39,50	39,00	38,00	39,00	1,11	1,17	2,25	1,66		
Suelo con cobertura	Ligera	36,00	34,75	31,50	44,25	46,75	0,87	0,87	3,24	2,91		
	Leve	12,00	34,60	34,40	43,80	45,00	0,97	0,90	2,88	2,74		
	Moderada	7,60	40,60	39,80	37,00	38,20	1,04	1,07	2,54	2,22		
	Severa	0,00	39,29	39,14	37,71	38,29	1,05	1,10	2,55	2,15		

**Asesoría para el control de la erosión en la zona cafetera.** Debido a las intensas lluvias presentadas durante este período se continuó con la asesoría a los caficultores en el diagnóstico y control de los movimientos en masa y erosión avanzada. Se atendieron cerca de 25 solicitudes de los Comités de Cafeteros de los departamentos

de Caldas, Risaralda, Santander y Cundinamarca. Los problemas más frecuentes ocurrieron en vías internas de fincas o interveredales y áreas productivas de café. Los eventos erosivos se caracterizaron por ser desde movimientos superficiales a rotacionales profundos y flujos superficiales a profundos y rápidos. Los factores

**Tabla 52.** Producción de café pergamino seco en kg/parcela de 16 plantas, registrado en cada tratamiento durante tres cosechas, en suelos de la unidad Venecia.

Manejo	Fase de erosión	Año	
		2006	2007
Suelo desnudo	Ligera	12,44	17,72
	Leve	13,74	15,87
	Moderada	13,77	16,67
	Severa	14,85	15,73
Suelo con coberturas	Ligera	11,53	17,04
	Leve	13,17	16,41
	Moderada	12,01	14,64
	Severa	9,82	12,94

detonantes más frecuentes correspondieron a los altos volúmenes de lluvia presentados durante este período, saturación del suelo por aumento en los niveles de agua subterránea, especialmente en la parte baja de las laderas, susceptibilidad del suelo y material parental, eventos sísmicos y factores antrópicos como la ausencia de obras de conducción de aguas en caminos, filtración en pozos sépticos, eliminación total de la cobertura arvense, conflicto en el uso del suelo y desprotección de drenajes naturales.

Los tratamientos más recomendados fueron la construcción de drenajes, mediante canales y vegetación en forma de fajinas, con el fin de evitar la saturación del suelo y evacuar aguas superficiales. También se recomendó la restauración de negativos de carreteras y caminos, mediante las terrazas escalonadas y la conducción de aguas de escorrentía y drenajes por medio de trinchos vivos. Igualmente, por solicitud de los Comités de Cafeteros, se continuó la capacitación a caficultores y extensionistas, sobre las prácticas de conservación de suelos y aguas, manejo integrado de arvenses y se insiste en la necesidad de la protección de los drenajes naturales y adecuado manejo de las aguas para prevenir los problemas de erosión avanzada.

**Valoración contingente de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia. ECO 0620.** La erosión laminar degrada el suelo en forma silenciosa, sin embargo se carece de información de la valoración que el caficultor asigna a ese problema. Este estudio

tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la valoración contingente asignada por el caficultor a las pérdidas por erosión en su finca, mediante su disponibilidad para invertir en el manejo y control. Así mismo, se consultó cuál es la percepción de este problema por parte del caficultor desde el punto de vista de su gravedad, intensidad, importancia y pérdidas económicas y cuál es el nivel de adopción de prácticas y tecnologías para el manejo del suelo asociadas con este fenómeno. Para esto se realizaron 228 encuestas en fincas cafeteras de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. El grado de importancia de la erosión fue calificada de muy importante o importante por el 70,5% de los encuestados, seguida por las pérdidas económicas del problema con el 54,9%, que las consideraron altas o medias, y muy de cerca la calificación de la gravedad de la erosión considerada muy grave o grave por el 54% de los entrevistados. Finalmente se ubicó la intensidad de la erosión de los suelos de las fincas calificada de muy severa o severa únicamente por el 12,4% de los caficultores, los demás (87,6%) la consideraron moderada, ligera o afirman no tener problemas de erosión.

El 75,4% de los encuestados está dispuesto a invertir (DPI) para controlar o prevenir la erosión del suelo en su finca, de éstos el 58,8% indicó un valor monetario promedio de \$ 379.477 ha.año<sup>-1</sup> (1 USD = \$2.357,98), con un rango que varió entre \$ 11.933 y \$ 4.000.000 ha.año<sup>-1</sup>. Los valores de la moda y la mediana fueron de \$ 100.000 y \$ 200.000 ha.año<sup>-1</sup>, respectivamente. El

16,7% no indicó un valor exacto y condicionó la cuantía a su capacidad económica o a los niveles de producción o ingresos de su finca o a lo que fuera necesario invertir. El 24,6% no presentó una disponibilidad para invertir en controlar o evitar la erosión y de ellos el 21,1% dijo no saber o no responder a la consulta. Sólo un 3,5% respondió concretamente no tener disponibilidad para invertir. El nivel de adopción de las prácticas de conservación de suelos consultadas superó el 60% en promedio, y se encontraron casos de adopción cercanos al 90% como la siembra a través de la pendiente y no realizar quemas.

### Valoración cualitativa de la erosión del suelo y DPI.

La Figura 42 presenta los resultados de las variables cualitativas que aportaron al análisis de la valoración que asignó el caficultor a la erosión del suelo. Al analizar la gravedad de la erosión se encontró desde el punto de vista de la percepción del problema como alta la calificación de la mayoría, pero el 31% de los encuestados demuestra muy baja percepción de esta gravedad (leve o insignificante), lo que merece un cuidado especial, si se parte del hecho real de los altos y crecientes síntomas de este problema en la zona cafetera y las pérdidas de suelo anual presentadas en el país por esta causa. La intensidad de la erosión que afecta los suelos de las fincas del estudio “aparentemente” es baja, pero no desvirtúa el cuidado que debe tenerse ya que muchas

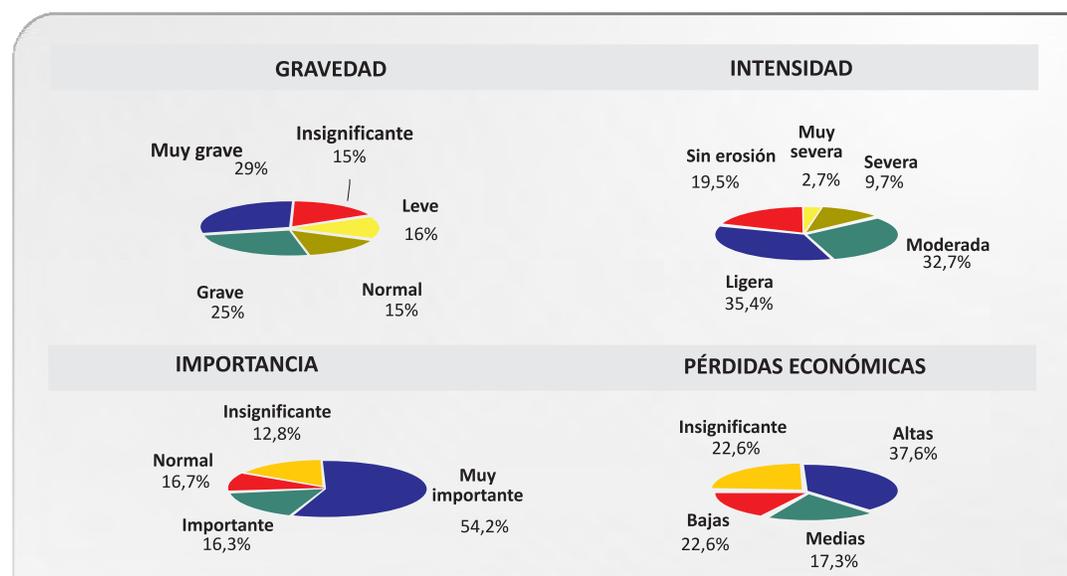
de esas áreas son zonas que han perdido su fertilidad natural o demuestran procesos erosivos irreversibles.

Las respuestas obtenidas y el monto dispuesto a invertir por parte de los caficultores para conocer la valoración contingente estimada, mediante la disposición a invertir (DPI) en el control o prevención de la erosión de los suelos (Figura 43).

## III. MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

**Estudio de arvenses enredaderas.** Con el objetivo de reconocer la flora arvense de hábito trepador asociada al cultivo del café, en la vereda Alto del Naranjo de Manizales (Caldas), con altitudes entre 1.650 y 1.720 m y en la Estación Central Naranjal en Chinchiná (Caldas), con altitud de 1.420 m, se recolectaron y describieron ocho especies de arvenses enredaderas. Se encontró mayor diversidad de especies (Tabla 53) en la vereda Alto del Naranjo, lo cual puede ser resultado de factores ambientales, mano de obra escasa, edad avanzada de los cultivos y alta pendiente del terreno, entre otros.

**Interferencia de coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café. SUE 1016.** Con el objetivo de evaluar el efecto del maní forrajero (*Arachis pintoi* K.), desmodium (*Desmodium* spp.) y



**Figura 42.**

Distribución de la calificación dada a la erosión para cada variable

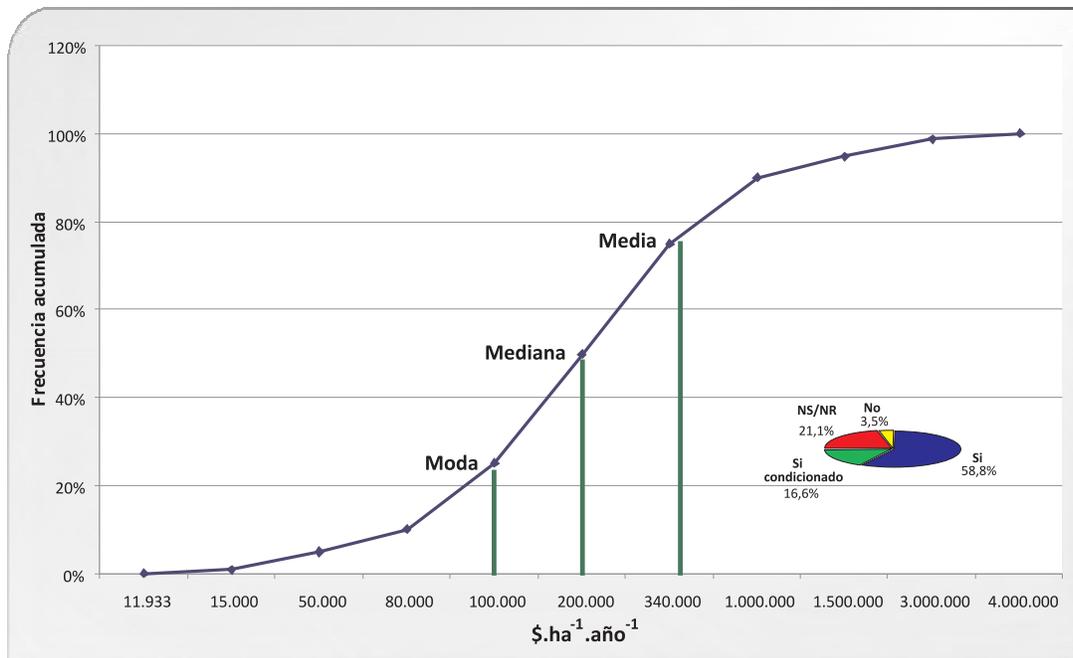


Figura 43.

Disposición para invertir y valor asignado para evitar o controlar la erosión

Tabla 53. Presencia/ausencia de arvenses tipo enredadera en dos localidades de Caldas.

Especie	Familia	Localidad	
		Naranjal	Alto del Naranjo
<i>Thumbergia alata</i>	Acanthaceae	Sí	Sí
<i>Ipomoea trifida</i>	Convolvulaceae	Sí	Sí
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	Sí	Sí
<i>Melonthria guadalupensis</i>	Cucurbitaceae	Sí	Sí
<i>Dioscoria</i> spp.	Dioscoreaceae	No	Sí
<i>Cissampelos pereira</i>	Merispermaceae	No	Sí
<i>Passiflora</i> spp.	Passifloraceae	No	Sí
<i>Cissus sicyoides</i>	Vitaceae	Sí	Sí

las arvenses nobles propias de la zona central cafetera sobre el crecimiento del café se inició un experimento en la Estación Central Naranjal. Se evaluaron diez tratamientos bajo el diseño completamente aleatorio, los cuales consistieron en diferentes combinaciones de la presencia de las especies objeto de estudio en la zona de raíces (plato), en las calles y con la adición del mulch en el plato. El efecto de las coberturas se evaluó sobre la altura y el número de cruces del café a los 24 meses de edad y 12 meses después de establecidas las coberturas.

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 147, 146 y 145 cm, respectivamente, el valor más bajo se obtuvo con *Desmodium* spp. en calles y platos (128 cm) (Tabla 54). En cuanto al número de cruces en la planta de café el valor más bajo (20) correspondió al tratamiento *Desmodium* spp. en platos y calles; los mayores valores se obtuvieron con el testigo, coberturas nobles en platos y calles, y *Desmodium* spp. en forma de mulch en los platos, respectivamente.

**Tabla 54.** Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta de café (cm) y el número de cruces.

Tratamiento	Altura		Número de cruces	
Maní en platos y calles	144,1	a <sup>1</sup>	23,4	a
Maní en calles	140,6	a	22,4	a
Maní como mulch en platos	143,7	a	22,9	a
Desmodium en platos y calles	128,2	b *	20,3	b *
Desmodium en calles	140,7	a	22,8	a
Desmodium como mulch en platos	145,5	a	23,4	a
MIA en platos y calles	146,8	a	23,5	a
MIA en calles	142,4	a	23,0	a
MIA como mulch en platos	142,3	a	23,2	a
Testigo libre de coberturas	147,6		14,2	

<sup>1</sup> Promedios con letras diferentes presentan diferencia estadística según prueba de Tukey al 5%  
Promedios diferentes estadísticamente con el tratamiento testigo según prueba Dunnett al 5%

*Desmodium* spp. afectó el desarrollo de la planta de café cuando se estableció en los platos del cultivo. El maní forrajero y las coberturas nobles en platos y calles, no afectaron el desarrollo de las plantas de café bajo las condiciones del estudio.

## IV. CONTROLADORES BIOLÓGICOS

**Efectos de extractos vegetales sobre huevos y larvas de *Meloidogyne* spp.** Un bioensayo en almácigo confirmó el efecto nematicida que había mostrado previamente

*in vitro* el extracto de la planta marigold (*Tagetes minuta*) sobre la eclosión de huevos y la mortalidad de larvas de *Meloidogyne* spp. En el bioensayo, el sistema radical de las plántulas de café inoculadas con huevos del complejo *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* permaneció completamente protegido ante el ataque de estos patógenos. Los resultados abren la posibilidad para que en el área de la fitoquímica se aproveche comercialmente esta planta, lo cual se podría constituir en una alternativa sostenible, eficaz y probablemente económica, para ser incorporada como insumo en el cultivo de café (Figura 44).



**Figura 44.**

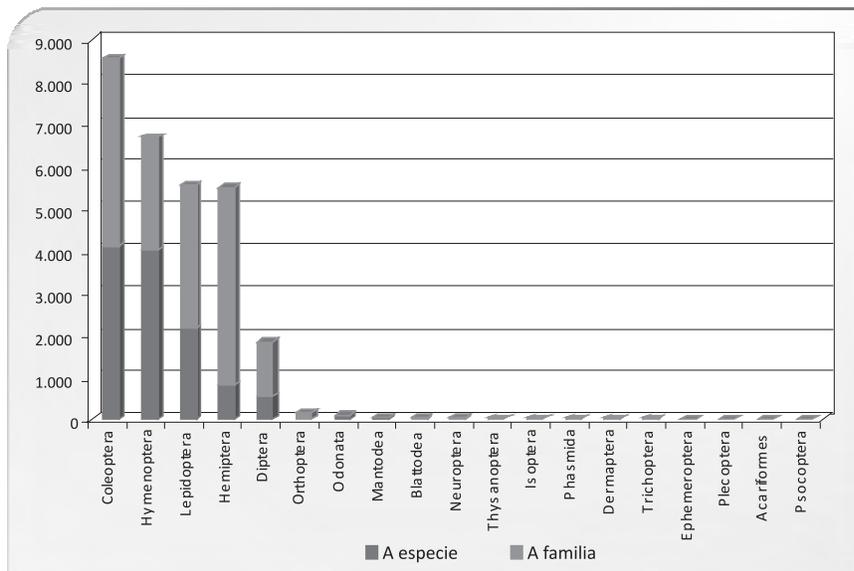
Efecto nematicida de *Tagetes minuta* en las raíces de plantas de café en almácigo. A la izquierda, raíz del tratamiento control con presencia de nódulos de *Meloidogyne* spp. A la derecha, raíz tratada con *T. minuta* e inoculada con el nematodo.

## V. ENTOMOFAUNA DE LA ZONA CAFETERA

**Mantenimiento, colección e identificación de artrópodos plagas y benéficos de la zona cafetera.** Se sistematizó la colección del Museo Entomológico “Marcial Benavides Gómez” en Cenicafé, usando la base de datos para colecciones biológicas Specify 2.2. desarrollada por el Centro de Investigación en Biodiversidad de la Universidad de Kansas y la National Science Foundation. Este programa permite almacenar información de las especies sobre distribución, hábitat, biología, ecología y las transacciones realizadas con los ejemplares. Se tienen catalogados 27.631 ejemplares registrados en 18.358 números de catálogos, etiquetados con su respectivo código MEMB. Los ejemplares se distribuyen en 19 órdenes y 211 familias de insectos de la zona cafetera, de los cuales 3.625 taxa se encuentran identificados hasta el nivel de especie (Figura 45). El 36% están clasificados hasta la categoría de género o especie. Igualmente, se cuenta con siete especímenes tipo, es decir, que hacen parte de la serie nominal de especies nuevas descritas por los autores de las especies y que se encuentran depositadas en la colección. Los cinco órdenes mejor representados (Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Diptera) abarcan cerca del 98% de la colección y los restantes grupos (12 órdenes) corresponden tan sólo al 2%. A cada uno de los ejemplares le ha sido

asignado un índice de salud, mediante el Sistema de Evaluación por Niveles propuesto por McGinley (1993) y posteriormente modificado por Williams *et al* (1996), que tiene como propósito realizar una apreciación general del estado de la colección, con el fin de proponer estrategias que optimicen tiempo y recursos, fijar metas y prioridades y desarrollar planes de monitoreo de su estado. De este análisis se obtuvo que 12.504 ejemplares están en nivel tres (43,76% de la colección) con material bien montado e información disponible, listos para ser revisados por especialistas. De igual manera, cerca del 32% está clasificado en niveles 5 y 6, lo que significa que son ejemplares identificados y curados apropiadamente, inventariados en medios electrónicos a nivel de especie y organizados en gavetas. Finalmente, un considerable 13% se encuentra en nivel 10, es decir, haciendo parte de monografías, revisiones y en estudios de diversidad, incluyendo los ejemplares tipo. Entre enero y septiembre de 2008 se catalogaron 66 especies y 220 nuevos ejemplares de insectos de cultivos forestales y de café. Se atendieron 12 visitas y consultas para determinación de material entomológico y se adecuaron módulos educativos.

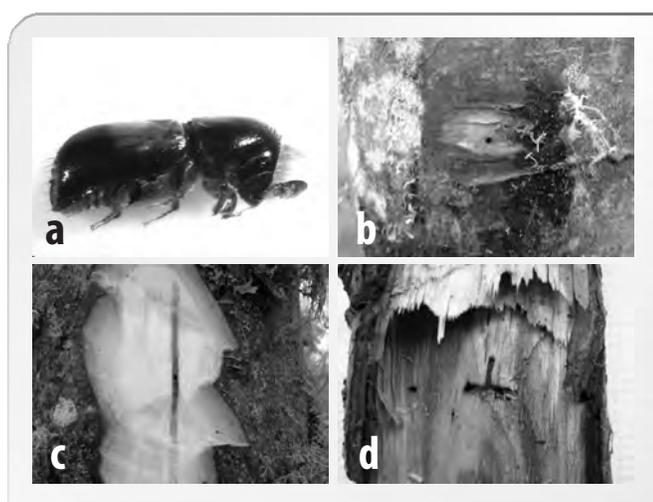
**Biología y comportamiento de *Corthylus zulmae* Wood.** *Corthylus zulmae* Wood, es una nueva especie registrada en la reserva del río Blanco localizada en el departamento de Caldas, atacando plantaciones de aliso *Alnus acuminata*. El insecto perfora el tallo y ocasiona una serie de galerías en el interior del tronco,



**Figura 45.**

Número total de especímenes en cada orden, que se encuentran depositados en la Colección Entomológica “Marcial Benavides Gómez” de Cenicafé, y proporción de especímenes determinados hasta especie.

donde hongos obstruyen los haces vasculares causando la muerte del árbol y dañando la madera (Figura 46). Estudios realizados en plantaciones de aliso de la Reserva del río Blanco indican que la incidencia de los daños ocasionados por el insecto varían entre el 16 y el 20% (Tabla 55). Se observaron diferentes niveles de daño en los árboles atacados, inicialmente se observan perforaciones en la corteza del tronco, cuando el insecto coloniza el árbol se observa exudado y aserrín blanquecino en la parte inferior de las perforaciones y en árboles severamente afectados, las perforaciones viejas presentan hongos. Se evaluó una dieta artificial Cenibroca modificada para la cría del insecto en el laboratorio, compuesta por aserrín de aliso; ésta ha mostrado ser adecuada para mantener adultos, sin embargo no se ha registrado oviposición.



**Figura 46.** Adulto de *Corthylus zulmae* Wood (a), perforación en el tronco de aliso (b), galería en el interior del tronco de aliso (c) y presencia del hongo asociado a la perforación.

## VI. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

### Prácticas culturales

**Evaluación de trampas artesanales para la captura de adultos de broca en la finca cafetera.** Con el fin de buscar alternativas económicas y eficientes para capturar adultos de broca en el campo, se seleccionó un diseño de trampa artesanal que se comportó de manera similar a los dispositivos comerciales en las capturas en el campo. Posteriormente, se estudiaron estas trampas mediante investigación participativa en la finca para lo cual se evaluó la captura de adultos de broca provenientes de frutos infestados del suelo, se determinó la capacidad de éstas para disminuir poblaciones de broca en el tiempo, y su uso como barreras de protección en cafetales vecinos a lotes zoqueados. Las evaluaciones de campo permitieron comparar las capturas de broca cuando las trampas se localizaron a 0,4 m y 1,5 m del suelo, con capturas de  $197 \pm 10$  y  $103 \pm 6$  adultos, respectivamente. El porcentaje de infestación entre dos parcelas, una con 40 trampas/ha y otra sin trampas, no mostró diferencias significativas durante un año de evaluación. Estos resultados nos indican que no existe potencial de control de broca con estas trampas, su adopción deberá estar dirigida a evaluar el vuelo de la broca a través del tiempo. El uso de las trampas durante el zoqueo de cafetales infestados puede emplearse para evitar la dispersión de la broca hacia los cafetales vecinos. Éstas deberán ubicarse al menos cada diez árboles en los tres primeros surcos del cafetal vecino. Los resultados indican que a medida que se alejan las trampas en los surcos vecinos al zoqueo, las capturas

**Tabla 55.** Incidencia y severidad del daño ocasionado por *Corthylus zulmae* en la plantaciones de aliso de la Reserva del río Blanco

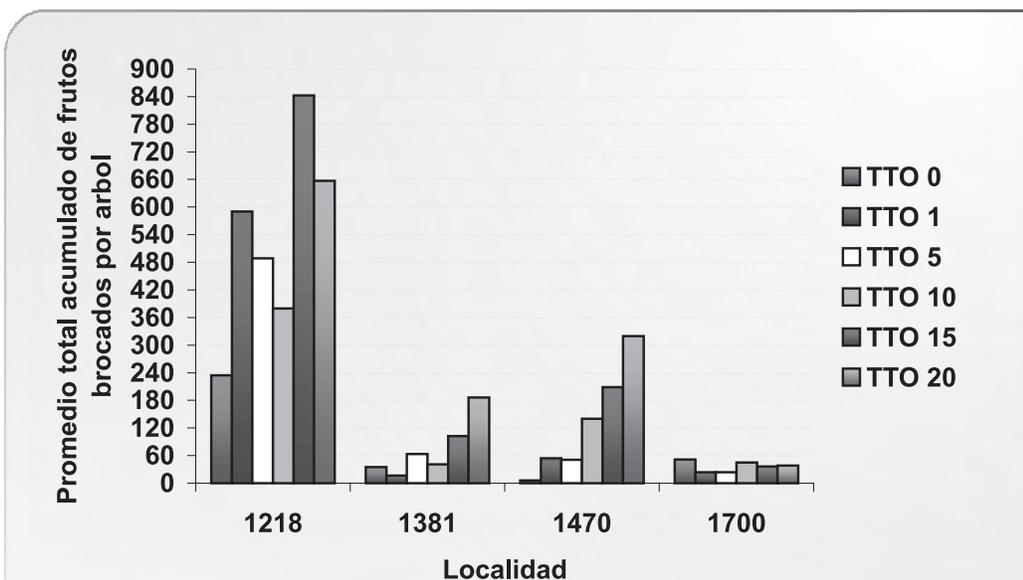
Lote	Nº de árboles / parcela	% Incidencia	% Severidad (1, 2, 3)		
Maternidad	14 ± 1,58	17,86	30	0	70
Malacate	7,75 ± 1,25	16,13	60	0	40
Casa Roja	5,67 ± 1,76	5,88	0	0	100
Betania	5 ± 0,73	2	0	0	100
Reserva (los Medios)	4,8 ± 0,57	2,08	0	0	100
Delicias	4,5 ± 0,54	2,22	0	0	100
Río Blanco	6,14 ± 0,96	6,98	0	66.7	33.3
Retiro	4,29 ± 0,61	20	13.7	83.3	0

disminuyen. El seguimiento a las poblaciones de la broca en el árbol y en el suelo (Figura 47), muestran que existen mayores poblaciones de broca en el interior de los frutos infestados en el suelo durante la mayor parte del año, es decir, el problema de la broca en cafetales establecidos yace en los frutos del suelo.

**Impacto de los frutos caídos sobre la infestación por broca, *Hypothenemus hampei*.** Se está determinando el impacto de los frutos caídos sobre la dinámica de la broca en plantaciones establecidas de café, para esto se ha realizado una repetición de cuatro propuestas, en una investigación de tipo explicativa, en cuatro localidades: Paraguaicito (Quindío), Naranjal (Caldas), Finca La Bella (Quindío) y Finca Santacruz (Risaralda) ubicadas a 1.218, 1.381, 1.470 y 1.700 m de altitud, respectivamente. Se evaluaron cinco tratamientos que correspondieron a 1, 5, 10, 15 y 20 frutos brocados dejados en el plato del árbol, y un testigo que consistió en árboles sin jaulas entomológicas. Cada tratamiento tuvo 15 repeticiones. Los árboles seleccionados se cubrieron con una jaula entomológica y en el árbol adyacente se ubicó una trampa engrasada para evaluar la emergencia de adultos de broca. Se evaluó mensualmente, durante seis meses, la infestación en el árbol y cada diez días la emergencia de adultos. Los porcentajes de infestación mostraron que a medida que la altitud disminuía y la temperatura aumentaba, el porcentaje de infestación y la emergencia de adultos fueron mayores. En Paraguaicito, los porcentajes de infestación obtenidos

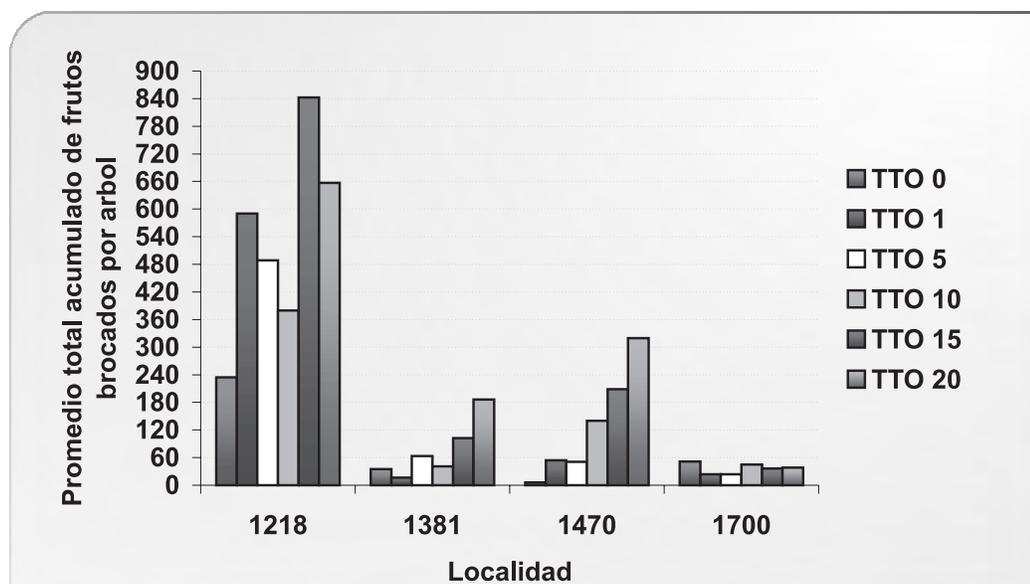
con cinco tratamientos, mostraron un incremento del 11% al 26% en el porcentaje de infestación en los frutos del árbol, a partir del día 30; estos niveles llegaron hasta 41% y 58% al día 180, con un promedio total acumulado de 590 a 842 frutos brocados por árbol (Figura 48). El testigo se mantuvo por debajo del 11% en cada una de las fechas de evaluación, con un total acumulado de 232 frutos brocados por árbol. Estos resultados mostraron que un solo fruto brocado en el suelo, al cabo de seis meses, pudo generar 591 frutos perforados en el árbol. Estos resultados fueron contrastantes con el lote ubicado a 1.700 m (Santacruz), donde los porcentajes de infestación en cada uno de los tratamientos se mantuvieron por debajo del 6%, entre los 30 y los 120 días, con un promedio total acumulado de solo 1 a 18 frutos brocados por árbol, similares al testigo que mantuvo porcentajes de infestación inferiores del 5%, con un promedio total acumulado de frutos brocados de 2 a 20.

La tasa de emergencia de adultos de broca de los frutos del suelo fue estadísticamente diferente para las cuatro localidades a través del tiempo, con mayores valores en Paraguaicito donde hubo emergencia de adultos hasta después de 120 días, mientras que en La Bella la emergencia de adultos se observó hasta los 90 días, y en Naranjal y Santacruz hasta el día 70. Esta diferencia de tiempos en la tasa de emergencia de adultos está posiblemente relacionada con la humedad del suelo y la tasa de descomposición y germinación de los frutos.



**Figura 47.**

Estados biológicos de broca por fruto de café en el árbol y el suelo (no indicado en la Figura, contiguo al árbol) a través del tiempo.



**Figura 48.**

Promedios totales acumulados de frutos brocados por árbol durante seis meses, en cuatro localidades, con relación al número de frutos brocados colocados en el plato del árbol, cubiertos con una jaula entomológica. El testigo fue un árbol a libre exposición sin frutos brocados ni jaula entomológica.

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 se descompusieron o germinaron al cabo de dos o tres meses. El promedio total de estados biológicos contabilizados en frutos del árbol fue variable en cada tratamiento y no tuvo relación con el número de frutos brocados colocados en el plato del árbol. Se ubicaron frutos de café sanos pintados en el suelo para detectar el movimiento de adultos de broca en el suelo, se observó que entre un 10 y un 32% de éstos se infestaron y produjeron hasta 75 estados biológicos (tratamiento 20 frutos). Se demuestra que los frutos sanos caídos en el suelo se infestan posteriormente y actúan como fuente de alimento y reproducción de la broca.

## Control biológico (parasitoides, entomonematodos y hongos)

**Colección, identificación y preservación de cepas de microorganismos de interés en control biológico de insectos plagas y enfermedades de los cultivos en la zona cafetera colombiana.** Se continuó con la preservación de los hongos entomopatógenos recuperados de las diferentes técnicas de almacenamiento del cepario de Entomología y con la evaluación de la viabilidad de los hongos almacenados en refrigeración y congelación, del cepario de Fitopatología.

Del cepario de Entomología se almacenaron en glicerol al 20%, 107 aislamientos de *B. bassiana* y 48 de

*M. anisopliae*, que fueron recuperados de muestras preservadas en glicerol, liofilización y nitrógeno líquido. Del cepario de Fitopatología se inició con la evaluación de la viabilidad de *Lecanicillium lecanii* almacenado en medio de cultivo bajo refrigeración y con *Ceratocystis fimbriata* almacenado bajo congelación. De *L. lecanii* se han sembrado 22 aislamientos en medio PDA más extracto de levadura al 1% y en SDB líquido en agitación (110 r.p.m.) durante 72 horas. De *C. fimbriata* se han inoculado 27 aislamientos en brotes tiernos de café y se han sembrado diez aislamientos en Agar V8 y jugo V8. Para cada siembra se utilizó un aislamiento viable de *C. fimbriata* como testigo. Hasta la fecha se han recuperado seis aislamientos de *L. lecanii* y ninguno de *C. fimbriata*.

**Evaluación preliminar de concentraciones de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café.** Los nematodos entomopatógenos nativos *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora* cepa Fresno, aislados de la región cafetera colombiana, se han estudiado como herramienta de control de poblaciones de la broca del café que queda en frutos del suelo después de las cosechas. Resultados de estudios previos han mostrado que las especies de *Steinernema* son parásitos de larvas de broca y *Heterorhabditis* spp. de adultos. Con el fin de evaluar en condiciones de invernadero el efecto de la aplicación de estos nematodos sobre frutos de café brocados, simulando condiciones del suelo, se evaluaron tres dosis de Juveniles Infeccivos (60, 30 y 5 mL/bandeja=U.E), de *S. colombiense* y en mezcla con *H. bacteriophora*. El análisis

de varianza para la tasa diaria de emergencia de broca mostró diferencias significativas entre tratamientos, con las menores tasas para las concentraciones de 60 y 30 mil, de las aplicaciones en mezcla de los dos nematodos ( $1,1 \pm 0,6$  y  $1,9 \pm 0,2$ , respectivamente) e individual de *S. colombiense* ( $1,4 \pm 0,2$  y  $1,7 \pm 0,4$ ), son estadísticamente diferentes a la tasa presentada para el testigo ( $2,9 \pm 0,3$ ). Las menores dosis evaluadas no mostraron diferencias significativas con el testigo. Brocas capturadas a los 30 días después de la aplicación presentaron parasitismo para los tratamientos de la mezcla de los nematodos, en concentraciones de 60 y 30 mil; sin embargo, para las dosis de 5 mil nematodos no hubo parasitismo de adultos. En cuanto a la viabilidad y permanencia de estos nematodos se utilizaron larvas de *Galleria mellonella* como cebos vivos y se comprobó que después de una aplicación al suelo pueden permanecer hasta tres meses.

#### **Biología del parasitoide de la broca *Prorops nasuta* en condiciones de campo y su tolerancia a insecticidas.**

Se evaluó el período generacional de *Prorops nasuta* en el campo en altitudes de 1.218, 1.450 y 1.700 m. Los resultados obtenidos muestran una duración, desde la liberación de la avispa hasta la emergencia de la nueva progenie, de 39, 36 y 54 días, respectivamente. El porcentaje de parasitismo fluctuó entre 36 y 82%. La longevidad de los adultos del parasitoide se realizó mediante el seguimiento a 1.000 hembras adultas recién emergidas colocadas en 1.000 granos de café pergamino seco de agua del 47% de humedad con 22 días de infestado con broca en diez repeticiones. *P. nasuta* tuvo una longevidad de  $66 \pm 2$ ,  $74 \pm 2$  y  $73 \pm 2$  días, a temperaturas de 19,4; 20,3 y 21,6°C, respectivamente. Se evaluó la tolerancia de los adultos de este parasitoide a insecticidas, esta evaluación se realizó a las 24 horas después de la aplicación de clorpirifos y endosulfán en dosis de 200, 400, 600 y 800 ppm. La mortalidad de adultos fue del 100% cuando se hicieron aplicaciones de 200 ppm de clorpirifos; sin embargo, en las aplicaciones de endosulfán se observó una sobrevivencia de 0,54% a 600 ppm.

**Evaluación preliminar de los hongos entomopatógenos *Paecilomyces lilacinus* y *Beauveria bassiana* para el control de *Monalonion velezangeli*.** Se realizó una evaluación de mortalidad con los hongos *P. lilacinus* y *B. bassiana* sobre adultos y ninfas de *Monalonion velezangeli* procedentes del cultivo de café. Esta evaluación se realizó en la finca El Horizonte del municipio

de Bolívar (Valle), donde se reportó la presencia de la chinche de la chamusquina del café. Los insectos de *M. velezangeli* fueron inoculados con una suspensión de los hongos entomopatógenos de  $1 \times 10^7$  esporas/ml. Los resultados mostraron expresión del hongo *P. lilacinus* en el 57% de la población inoculada. Con *B. bassiana* la infección fue del 83%. No se observó crecimiento del hongo en el testigo. Los resultados obtenidos con *B. bassiana* mostraron un alto porcentaje de infección sobre *M. velezangeli* mientras que *P. lilacinus* mostró menor grado de infección. No obstante, es necesario realizar nuevas evaluaciones con estos hongos para corroborar estos resultados. También es importante determinar tiempo de mortalidad y dosis de aplicación.

#### **Aislamiento e identificación del hongo *Clonostachys* sp. a partir de *Monalonion velezangeli*, causante de la chamusquina del café.**

En lotes afectados por la chinche de la chamusquina del café se encontró un adulto de *Monalonion velezangeli* muerto, con presencia de un hongo. Éste se aisló y se purificó en el laboratorio, y fue identificado por el especialista Harry Evans del CAB International, como un micoparásito del género *Clonostachys*. Este hongo fue recientemente reportado como entomopatógeno atacando *Oncometopia tucumana* (Hemiptera: Cicadellidae), en Argentina. Se realizaron ensayos de patogenicidad en el laboratorio con *Clonostachys* sp. sobre broca del café y se encontró una mortalidad del 10% de adultos. Posteriormente, se realizó un nuevo ensayo de patogenicidad con el hongo reactivado sobre broca, y se registró una mortalidad del 80%. Por lo anterior, se hicieron ensayos en el laboratorio y en el campo sobre *M. velezangeli*, en cinco estudios independientes. El primer estudio se realizó en el laboratorio de Entomología de Cenicafe con adultos y ninfas de *Monalonion* procedentes de un cultivo de aguacate, de una finca ubicada en el municipio de Villa María (Caldas), y las cuatro evaluaciones siguientes se llevaron a cabo con adultos y ninfas de *M. velezangeli* procedentes de un cultivo de café ubicado en la finca El Horizonte, vereda Buenos aires, municipio de Bolívar (Valle), a 1.800 m de altitud.

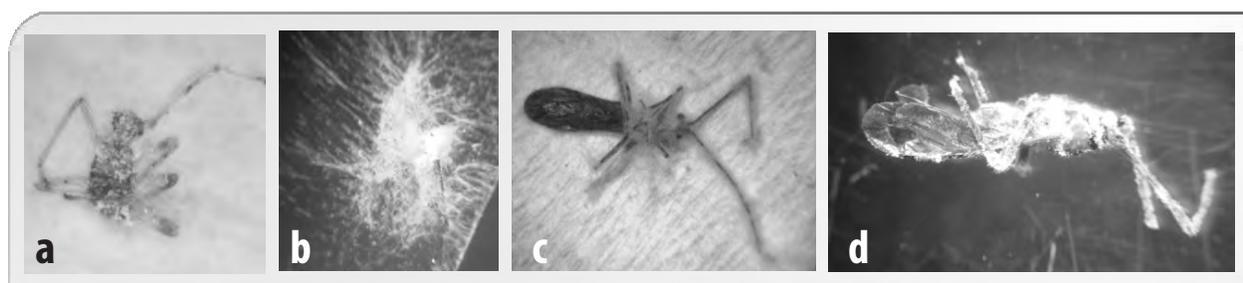
En la primera evaluación los insectos se inocularon con *Clonostachys* sp. con una suspensión de esporas de  $1 \times 10^7$  esporas/ml. Se utilizó un testigo sin inocular. El porcentaje de infección por el hongo fue del 86% (Figura 49). En el testigo no se observó crecimiento de este hongo.

Los otros cuatro estudios se realizaron inoculando insectos con la misma concentración en plántulas de café en jaulas de malla. Se observó mortalidad causada por el hongo *Clonostachys* sp. sobre adultos y ninfas de *M. velezangeli*, procedentes tanto del cultivo de aguacate como de café (Tabla 56). Los porcentajes de mortalidad oscilaron entre 63 y 93%. Se deben realizar evaluaciones del efecto de diferentes dosis y tiempo de mortalidad con el fin de evaluar su potencial dentro de un programa de manejo, en el que se incluya este entomopatógeno como estrategia de control biológico de esta plaga.

## Tecnología de aspersión

**Evaluación de la eficacia de la nueva molécula insecticida ENTBIO6 para el control de la broca del café.** Se evaluaron cuatro dosis (250, 350, 500 y 750 cc.ha<sup>-1</sup>) de la nueva molécula insecticida ENTBIO6 en el campo, las cuales fueron comparadas con un testigo comercial Lorsban 4EC, en dosis de 1,5 L.ha<sup>-1</sup>, y un testigo absoluto en cuatro tiempos de aplicación (1, 3, 8 y 15 días) después de la infestación. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con

diez repeticiones donde las parcelas experimentales estuvieron conformadas por 15 árboles con bordes comunes, de los cuales 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. Se realizó infestación artificial y se asperjó con equipos de presión previa retenida, boquilla TXVS (200 cc.min.<sup>-1</sup> a 40 psi). Cuando se realizó la aplicación un día después de la infestación se presentaron diferencias estadísticas entre la dosis de 250 cc.ha<sup>-1</sup>, el cual mostró la menor mortalidad (74%) con las dosis de 350, 500 y 750 cc.ha<sup>-1</sup> y el testigo comercial. Durante la aspersión a los 3 y 8 días después de la infestación se detectaron diferencias estadísticas entre la dosis de 250 cc.ha<sup>-1</sup>, que presentó los menores promedios de mortalidad de 87 y 82%, respectivamente, con respecto a las dosis de 350, 500 y 750 cc.ha<sup>-1</sup> y el testigo relativo. En la cuarta aplicación no se detectaron diferencias estadísticas entre las dosis del producto, ni entre éstas con el Lorsban 4 EC. En general, las dosis de 350, 500 y 750 cc.ha<sup>-1</sup> y Lorsban 4 EC, en los cuatro tiempos de aplicación no mostraron diferencias estadísticas, con mortalidades entre 92 y 99%. Este experimento fue repetido para corroborar los resultados. El análisis de varianza mostró efecto de los



**Figura 49.** Ninfas (a y b) y adultos (c y d) de *Monalonion velezangeli* infectadas con el hongo *Clonostachys* sp.

**Tabla 56.** Mortalidad causada por el hongo *Clonostachys* sp. sobre insectos de *Monalonion velezangeli* procedentes de cultivos de aguacate y café.

Cultivo	Evaluación	Mortalidad por <i>Clonostachys</i>					
		Insectos inoculados con 1x10 <sup>7</sup> e/mL				Testigo	
		Ninfas	Adultos	Total	(%)	N	(%)
Aguacate	1	5	2	7	85,7	5	0
	1	11	7	18	77,8	15	0
Café	2	10	4	14	92,8	14	0
	3	7	7	14	92,8	14	0
	4	10	9	19	62,5	19	0

tratamientos y la prueba de comparación de Dunnett indicó diferencias entre el testigo absoluto y los demás tratamientos. La mortalidad en los tratamientos osciló entre 81 y 99% para todas las dosis y tiempos de aplicación. Dado que la diferencia de la dosis de 250 cc.ha<sup>-1</sup> con respecto a las otras no superaron el 7% de brocas muertas a los 3 días, y el promedio de mortalidad superó los estándares establecidos de 75%, este producto se podría recomendar como alternativa en un programa integrado de la broca del café, si las validaciones en el campo corroboran estos resultados y posterior a realizar pruebas de residualidad.

#### Evaluación de formulaciones comerciales del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café.

Con el fin de determinar la calidad de las formulaciones comerciales del hongo *Beauveria bassiana*, para el control de la broca del café, se evaluó la mortalidad de seis formulaciones comerciales en dos experimentos independientes. En el primer experimento se evaluaron las formulaciones ENTBIO10, ENTBIO12 y ENTBIO13, una formulación producida en la Planta Piloto de Cenicafé ENTBIO11, y una mezcla experimental de cepas denominada Cenicafé, éstas fueron comparadas con dos testigos absolutos: uno dentro y otro fuera del lote experimental. Se realizaron dos evaluaciones (15 y 30 días) después de la aplicación. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con 7 tratamientos y 20 repeticiones, las cuales estuvieron constituidas por 35 árboles, donde se seleccionó un árbol del surco central

y de éste una rama a la cual se le dejaron 50 frutos y se le instaló una manga entomológica. Se realizó infestación artificial y se asperjaron los tratamientos con equipos de presión previa retenida y boquilla TXVS. La mortalidad en los diferentes tratamientos mostraron mayor mortalidad corregida en la mezcla de cepas Cenicafé y diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos (Tabla 57). En el segundo experimento se evaluaron los productos ENTBIO14, ENTBIO15, ENTBIO16, la mezcla de cepas, ENTBIO17 y los dos testigos absolutos. La mortalidad en los diferentes tratamientos mostró nuevamente que las mezclas de cepas Cenicafé registraron la mayor mortalidad corregida, al igual que el producto ENTBIO14 (Tabla 58), los cuales mostraron diferencias estadísticas con los otros productos.

## VII. ENTOMONEMATODOS

**Evaluación preliminar del efecto de nematodos entomopatógenos sobre la chinche de encaje *Dictyla monotropidia* Stal (Hemiptera: Tingidae).** Se realizó un bioensayo en el laboratorio con el fin de evaluar los nematodos entomopatógenos *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora* cepa Fresno sobre *Dictyla monotropidia*, plaga del nogal cafetero. Dosis de 16.500 JI/caja Petri con ninfas y adultos de la plaga, causaron mortalidades del 100% a las 72 horas. Los testigos absoluto y relativo mostraron bajas mortalidades. Se evaluó el porcentaje

Tabla 57. Mortalidad de las diferentes formulaciones del hongo *B. bassiana*

Tratamiento		Porcentaje de mortalidad de la broca				PMC***
No.	Descripción	Evaluación				
		15		30		
		PBMH*	PMC**	PBMH	PMC	
1	ENTBIO10	33,7	24,0	40,2	28,6	26,3 C
2	ENTBIO11	43,1	35,0	45,2	34,6	34,7 B
3	ENTBIO12	37,1	28,0	50,3	40,6	34,3 B
4	Mezcla de cepas	55,4	49,0	59,8	52,0	50,4 A
5	ENTBIO 3	45,9	38,0	47,1	37,0	37,4 B

\* Porcentaje de brocas muertas por hongo \*\* Porcentaje de mortalidad corregida

\*\*\* Porcentaje mortalidad corregida en las dos evaluaciones

**Tabla 58.** Mortalidad de las diferentes formulaciones del hongo *B. bassiana*.

Tratamiento		Porcentaje de mortalidad de la broca				PMC***
No.	Descripción	Evaluación				
		15		30		
		PBMH*	PMC**	PBMH	PMC	
1	ENTBIO14	47,9	39,5	53,1	43,0	41,1 A
2	Mezcla de cepas	44,7	35,8	57,0	47,5	41,6 A
3	ENTBIO15	34,0	23,4	40,2	27,0	25,1 C
4	ENTBIO16	24,0	11,8	30,1	14,7	13,2 D
5	ENTBIO17	39,1	29,4	48,1	36,4	33,0 B

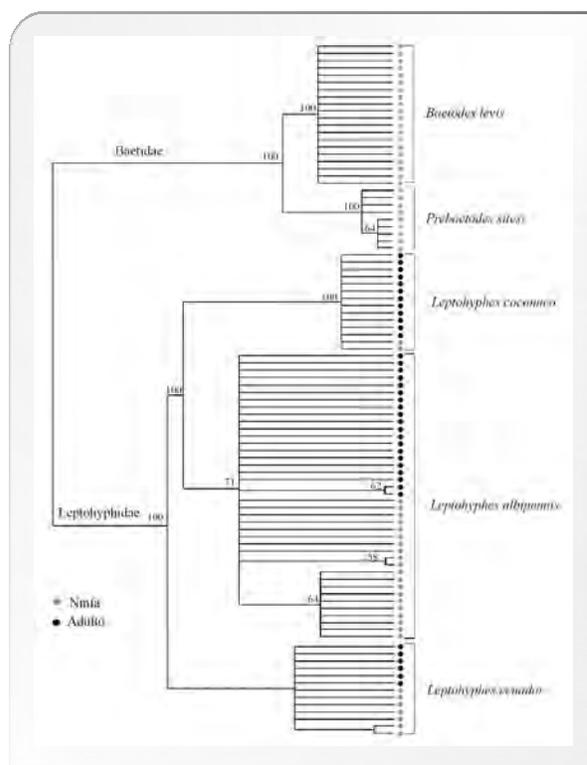
\* Porcentaje de brocas muertas por hongo \*\* Porcentaje mortalidad corregida  
 \*\*\* Porcentaje mortalidad corregida de las dos evaluaciones

de parasitismo, como el número de insectos muertos donde se encontró desarrollo de los nematodos. Se encontró un parasitismo de 93% con *H. bacteriophora* y 77% para *S. colombiense*.

## VIII. BIOINDICADORES

**Avances en la sistemática de Ephemeroptera, insectos acuáticos bioindicadores de calidad de agua.** Dado que el mayor problema en el estudio de insectos del orden Ephemeroptera ha sido la asociación de ninfas y adultos, debido a la dificultad de cría de las ninfas y la corta duración del adulto, se realizó una asociación de ninfas y adultos usando la técnica de AFLP. Se generaron perfiles de AFLP de estados inmaduros y adultos de cinco especies: *Leptohyphes albipennis*, *L. coconuco*, *L. ecuador*, *Baetodes levis* y *Prebaetodes sitesi*. De las dos primeras se conocían tanto las ninfas como los adultos, por lo tanto se generaron los perfiles de ambos estados de vida con el fin de evaluar la utilidad de esta técnica (Figura 50). De las demás especies, solamente las ninfas eran conocidas, así que se generaron los perfiles de éstas y de sus posibles adultos, recolectados en la misma localidad donde se encontraron las ninfas. Los resultados permitieron asociar por primera vez el adulto de *Leptohyphes ecuador*, el cual se encuentra en fase de descripción. Para *B. levis* y *P. sitesi* se generaron los perfiles de bandeo de ADN para la posterior identificación de los adultos, ya que éstos son desconocidos para la ciencia.

Actualmente se viene realizando la filogenia del género *Tricorythodes* Ulmer (Ephemeroptera: Leptohyphidae) con caracteres moleculares y morfológicos. Con el fin de probar la monofilia del género panamericano *Tricorythodes*(sensulato) ya clarar las actuales propuestas



**Figura 50.** Dendrograma de similaridad (UPGMA) entre adultos e inmaduros de Ephemeroptera, basado en el perfil de bandeo de ADN.

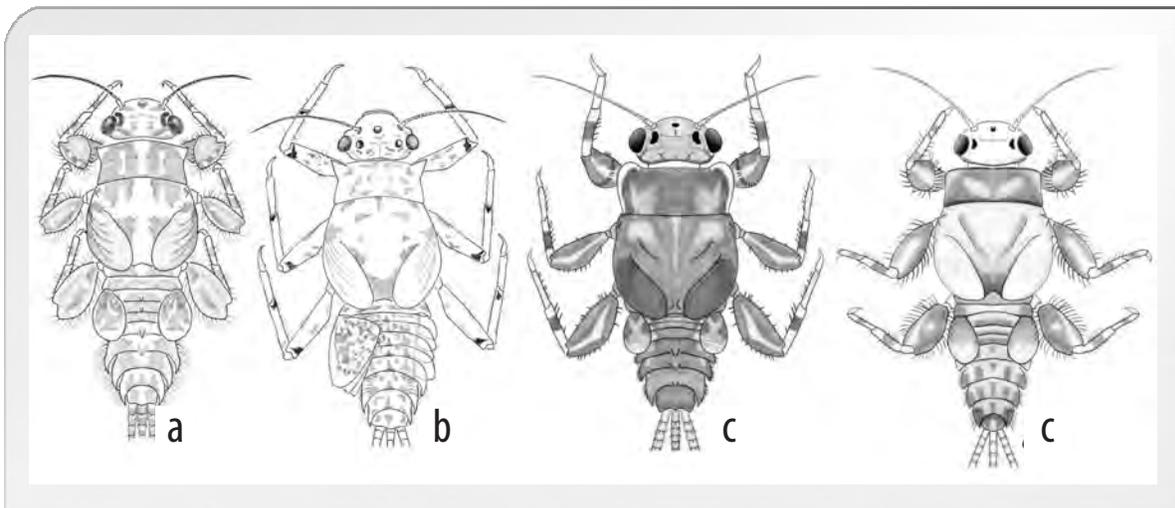
de clasificación del grupo, se está desarrollando una filogenia con 30 especies y 130 individuos provenientes de Brasil, Colombia, Ecuador, Bolivia, Argentina, Costa Rica, Cuba, México y Estados Unidos. Se amplificaron y secuenciaron fragmentos de los genes mitocondriales COI, H3, 16S, 12S y del gen nuclear 18S. Los datos preliminares indicaron que los genes COI, 16S son los más informativos en la diferenciación o acercamiento de especies filogenéticamente próximas, mientras que el gen 18S presenta ventajas cuando se quiere probar la filogenia del grupo en relación a un grupo externo. Por lo tanto, se seleccionaron los genes COI, 16S y 18S para emplearlos en los análisis filogenéticos. Los análisis preliminares de parsimonia total (PAUP) indican que *Tricorythodes* podría ser dividido en más de un género, debido a que no forma un grupo monofilético. Sin embargo, una vez se tengan todos los análisis moleculares, éstos serán analizados junto con las características morfológica del género *Tricorythodes*.

Se reportan nuevas especies y registros de Ephemeroptera. Cuatro especies nuevas de *Tricorythodes* Ulmer (Leptohiphidae) fueron descritas: *T. caunapi* sp. n., *T. sandonensis* sp. n., *T. sallesi* sp. n., *T. rondoniensis*

sp. n. (Figura 51). Las dos primeras fueron encontradas en Colombia en el departamento de Nariño, municipios de Tumaco y Sandoná, respectivamente, y las dos últimas se encontraron en los estados brasileños de Mato Grosso y Roraima. Para el género *Tricorythopsis* Traver (Leptohiphidae) también se encontraron dos nuevas especies: *T. yucupe* sp. n. y *T. bahiensis* sp. n., que fueron encontradas en la región Norte de Brasil (Amazonas, Roraima y Bahía). Cuatro géneros del orden fueron registrados por primera vez para Colombia (*Terpides*, *Allenhyphes*, *Yaurina* y *Asioplax*), además de la especie *Leptohiphes ecuador* Mayo.

## XI. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

**Conservación de las aves migratorias boreales en zonas cafeteras de los Andes colombianos.** BDC 0120. Se continuó con el programa de censos participativos de aves en zonas cafeteras de Colombia que se realiza como parte de un convenio con The Nature Conservancy y fondos del Servicio Forestal de Estados Unidos. En este año, se realizaron censos con la participación de diez comunidades cafeteras de Santander, Caldas,



**Figura 51.** Ninfa en vista dorsal: a) *Tricorythodes rondoniensis* sp. n.; b) *Tricorythodes sallesi* sp. n.; c) *Tricorythopsis yucupe* sp. n.; d) *Tricorythopsis bahiensis* sp. n.

Cundinamarca, Huila y Tolima. Como parte de los censos de aves, se hicieron 2.806 registros adicionales para un total en cuatro años del proyecto, de 22.567 registros en 25 localidades cafeteras. Durante este año se registraron 22 nuevas especies. Con esta nueva información, la cifra total de especies que se han identificado asciende a 422; que equivale al 22,6% de la totalidad de aves del país y el 54,7% de las aves presentes en la zona andina colombiana. En esta lista, se encuentran 62 especies con algún interés para la conservación: 22 especies en alguna categoría de amenaza, 29 migratorias boreales, 15 endémicas y 16 casi endémicas. Estas cifras confirman la importancia de la zona cafetera para la conservación de la avifauna del país.

Como parte del componente participativo de esta investigación, se apoyaron dos iniciativas propuestas por las comunidades que participan en el proyecto: el apoyo y seguimiento a cuatro Proyectos Ambientales Escolares (PRAES), en las escuelas rurales de cinco veredas del municipio de Guaduas (Cundinamarca), por medio de una investigación participativa orientada a la identificación y construcción de corredores de conservación. Además, se brindó apoyo a la formulación y seguimiento del plan de manejo de los bosques “Alto San Isidro” y “La Palma”, en Acevedo (Huila).

Se inició también un estudio para determinar el valor de los cultivos de cacao y café para las aves en San Vicente de Chucurí. Por medio de censos en 90 puntos de conteo de radio fijo, en una primera visita se hicieron 629 registros, en los cuales se identificaron 153 especies de aves en San Vicente de Chucurí. Se registraron 74 especies en bosque, 67 en cacao y 71 en café. Al realizar un análisis de similitud, a partir de la presencia de especies de aves, se encontró que los hábitats de cacao y café son los más similares (43% de similitud). Según este análisis el hábitat bosque es similar solamente en un 17% con el grupo formado por los otros dos hábitats. Estos resultados iniciales muestran que aunque algunas especies de bosque usan los cultivos de café y cacao, un porcentaje muy grande no lo hace. Esto resalta la importancia de la conservación de los bosques y fragmentos.

Se ha continuado desarrollando, implementando y modificando una estrategia educativa enfocada a la educación sobre las aves y su conservación. Por medio de talleres y charlas a las comunidades cafeteras se divulgaron los temas relacionados con las aves

y su conservación. Con el fin de generar un efecto multiplicativo de las ideas de conservación de las aves y la biodiversidad entre los Comités de Cafeteros y los caficultores, se realizaron tres talleres de capacitación. Estos talleres están dirigidos principalmente a los funcionarios del Servicio de Extensión de la Federación y a los caficultores líderes en Caldas, Santander y Cundinamarca, pero también se le han dictado a los extensionistas del gremio cacaotero y a los guías que trabajan en el Recinto del Pensamiento. En estos talleres se ha buscado sensibilizar a los participantes por los temas ambientales y de conservación de aves, y brindar elementos conceptuales, prácticos y didácticos que ellos puedan utilizar para desarrollar las iniciativas de conservación en la comunidad. Además, se inició un programa de apoyo a la conformación de cinco grupos de observadores de aves en comunidades cafeteras interesadas. Cada uno de estos grupos se comprometió a adelantar un proyecto de investigación o educación sobre las aves. Para adelantar las actividades propuestas, los grupos fueron dotados con binoculares, guías de campo y otros materiales educativos. Estos materiales se han dado en calidad de préstamo.

Como parte de las actividades de este proyecto, se apoyó la organización de la III Cumbre de la Reinita Cerúlea, en las oficinas de Federación en Bogotá. Se participó con la elaboración de material divulgativo y la presentación de dos ponencias y un póster. Así mismo, se participó en tres ferias de cafés especiales en Socorro, Neiva y Manizales.

**Evaluación del potencial de los robledales cafeteros del Huila para las certificaciones ambientales: Etapa 1. Caracterización de los robledales. BDC 0304.** El objetivo de esta investigación es estudiar la diversidad genética y la estructura poblacional del roble negro en cuatro remanentes de bosque intervenido, en los municipios de Acevedo y Timaná (Huila), aportando información que sirva para el manejo y conservación de la especie. Durante este año se adelantó en el análisis de la información obtenida, especialmente sobre los estudios genéticos.

**Resultados de los análisis genéticos.** Se realizó un análisis simultáneo para los cuatro remanentes de bosque por medio del programa TFGA, el cual arrojó resultados que permiten inferir que todos los remanentes de bosque son una población panmítica, al no encontrar diferencias significativas en los remanentes de bosque, con un

p-value de 0,2028. En total, hay 14 alelos para toda la población, encontrándose tres alelos en los locus OI01 y OM07, siendo los más polimórficos; y un solo alelo en los locus IF02 y OM05, según el programa genAlex versión 6; así mismo, los valores de la heterocigidad esperada en los alelos más polimórficos son: 0,6130 para OI01 y 0,4269 para OM07. El promedio de la heterocigidad esperada para los cuatro fragmentos estudiados según Nei (1973) (He), fue de 0,2797.

El número efectivo de alelos fue de 1.5396 según el programa PopGene versión 3.2; esta estimación es la más informativa ya que este conjunto de alelos son los que efectivamente se encuentran en estado heterocigoto. Hubo mayor polimorfismo de los locus en los remanentes de bosque 1 y 2, con un valor de 71,74%, y la media de polimorfismo fue de 64,29%, ya que los locus IF02 y OM05 solo presentaron un alelo según el programa genAlex.

Se realizó un análisis de similitud genética para los cuatro remanentes de bosque, utilizando siete loci microsatélites y el índice de similitud de Jaccard con el programa NTSYS-PC y no presentó ninguna agrupación en particular para las poblaciones analizadas, lo que explica diferencias dentro de los remanentes de bosque y no entre remanentes.

**Estructura poblacional.** Para el análisis de la estructura poblacional se realizaron distribuciones de frecuencias para el diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal y altura de cada árbol. Se evaluaron todos los individuos (plántulas, juveniles y adultos). El diámetro de los individuos (evaluado a 1,3 m del suelo) tiene una distribución normal para bosques secundarios sucesionales; determinándose por medio de los análisis, ya que en las gráficas se puede observar cómo es la distribución de clases para cada rango establecido. Igualmente ocurre con las áreas basales y las alturas totales.

**Contribución innovativa del experimento.** Los estudios iniciales que se han adelantado en la zona cafetera del Sureste del Huila indican que existe una situación de valor excepcional desde el punto de vista de la conservación: la existencia de bosques de roble o robledales asociados y aledaños a producciones cafeteras. Estos bosques, como lo indican los estudios preliminares, albergan importantes elementos de la

biodiversidad regional, que merecen ser estudiados y valorados. Al menos tres especies de aves en peligro de extinción se han encontrado allí y además se encuentran las únicas dos especies de roble presentes en Colombia; ambas catalogadas como vulnerables a la extinción. La especie de estudio *C. excelsa*, además es una especie endémica de los Andes colombianos. Estos fragmentos tienen por lo tanto, elementos de importancia no solo nacional sino también global para la conservación. Algunos de estos bosques de robles o robledales, como son denominados allí, están asociados a grupos de caficultores, quienes invierten en su conservación. Esa contribución a la conservación se podría pensar que debe ser considerada en las certificaciones ambientales a café. Además, los servicios ambientales que esos robledales prestan, también deben ser reconocidos a nivel nacional y global.

**Cafetales con sombrío como hábitat o corredores para monos nocturnos andinos (*Aotus lemurinus*). BDC 0306.** El objetivo principal de este estudio es evaluar el uso que los monos nocturnos andinos (*Aotus lemurinus*) hacen del sombrío del cafetal, como corredor de dispersión, dormidero y/o fuente de alimento. También se desea encontrar especies claves para su conservación y así poder sugerir especies de plantas para sombrío. Esta especie fue seleccionada para el estudio del valor de los sombríos para la conservación, por su cualidad de especie bandera y porque está clasificada como vulnerable a la extinción.

Durante este año, se realizó una búsqueda de los posibles lugares de estudio, visitando fincas cafeteras con sombrío denso en diversos municipios de los departamentos de Caldas y Santander. Se encontró que el lugar más apropiado para realizar este estudio de fauna, es el municipio de San Vicente de Chucurí (Santander), debido a su gran riqueza natural y por estar ubicado en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués. En una finca se avistó un grupo de micos nocturno movilizándose a través del sombrío de un cafetal y el dueño manifestó que permanecían en su finca de manera permanente. Debido a esto, se construyeron tres plataformas, con el fin de cebarlas con frutas y acostumar al grupo a visitar dichas plataformas. De esta manera, se capturarán los micos y se marcarán con radio collares, herramienta que facilitará la búsqueda, el seguimiento y observación de los individuos.

También se registraron, mediante encuestas, otras especies de mamíferos arbóreos avistados en el sombrío por los caficultores (*Potos flavus*, *Caluromys* sp., *Bassaricyon gabbii*, *Choleopus didactylus*, *Sciurus* sp., *Coendou* sp.), como también una gran diversidad de mamíferos terrestres (*Galictis viattata*, *Eira barbara*, *Procyon* sp., *Dasyus* sp.) de gran importancia ecológica.

**El papel de la dinámica entre las plantas y los organismos del suelo en la regeneración de especies vegetales de bosque montano tropical a cafetales y potreros. BDC 0407.** El objetivo general del este proyecto es comparar la diversidad de los organismos del suelo en potreros, cafetales y fragmentos de bosque, para entender cómo las prácticas agrícolas pueden modificar las comunidades microbianas del suelo (CMS). Adicionalmente, se pretende explorar el efecto de esas CMS de potreros y cafetales sobre especies de plantas nativas de bosque montano, para comprender el papel de la dinámica entre plantas y las CMS en la regeneración de los bosques naturales, y en la capacidad invasiva de especies exóticas en zonas cafeteras.

En el período 2007-2008 se hicieron varios avances. Primero, se localizaron fincas y Subestaciones con potreros, cafetales a libre exposición y fragmentos de bosque, de donde se recogieron muestras de suelo para cuantificar la biodiversidad de las CMS, y para inocular las plántulas del experimento 1. Para la cuantificación de la biodiversidad del suelo, se escogieron las micorrizas arbusculares (MA) como organismos indicadores de biodiversidad. El conteo de esporas de MA en los tres tipos de hábitats indicó que hay una mayor abundancia en fragmentos de bosque que en potreros y cafetales, lo cual no es sorprendente, dada la alta intervención humana en los dos últimos tipos de hábitat.

En el experimento 1 se inocularon ocho especies de plantas nativas de bosque montano (*Cecropia telealba*, *Solanum aphyndendrum*, *Ochroma pyramidale*, *Juglans neotropica*, *Retrophyllum rospigliosii*, *Garcinia madrunno*, *Gustavia superba*, y *Siparuna aspera*), y dos especies exóticas: café (*Coffea arabica*; especie exótica pero no invasora), y pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*; especie exótica y muy invasora), con CMS de potreros, cafetales a libre exposición y fragmentos de bosque, en un diseño factorial de tres factores: especie de planta (diez especies), inóculo (CMS de los tres tipos de hábitat) y esterilización (CMS esterilizadas en

autoclave y CMS sin esterilizar). Se encontró que tanto las CMS como la esterilización del inóculo tuvieron un efecto significativo sobre el crecimiento de las plantas. Más específicamente, las CMS de potreros y cafetales tuvieron un efecto parecido sobre el crecimiento de las plántulas, que a su vez se diferenció del efecto producido por las CMS de los fragmentos de bosque. Esto indica, de acuerdo con los datos de las esporas de MA, que los tres tipos de hábitat tienen, en efecto, diferentes CMS, y que estas CMS tienen efectos diferentes sobre las especies nativas y exóticas. El pasto brachiaria obtuvo un mejor crecimiento con las CMS de cafetales que con las CMS de potreros y bosque, lo cual indica que la CMS podría mediar la invasión de esta especie a cafetales, mientras pueden limitar la invasión en bosques. En contraste, el crecimiento del café fue similar con las tres CMS utilizadas, lo que indica que esta especie no tiene una alta respuesta a las CMS (tal vez por su crecimiento extremadamente lento). Finalmente, todas las especies nativas tuvieron una respuesta diferente a las tres CMS, lo que indica que las especies responden en forma diferente a las diferentes combinaciones de organismos del suelo, con importantes implicaciones para la mantener la biodiversidad.

Posterior a la cosecha del experimento 1, se han estado aislando esporas de MA de los materos de este experimento, para establecer cultivos puros de MA de los tres tipos de hábitats, en los que se ha trabajado. Lo anterior se logra aislando esporas de las especies de plantas que fueron inoculadas con CMS de su respectivo hábitat: pasto brachiaria inoculado con CMS de potreros, café inoculado con CMS de cafetales y especies nativas inoculadas con CMS de fragmentos de bosque. Estas esporas están siendo inoculadas en pasto brachiaria y la especie nativa *Cecropia angustifolia*, que son dos especies que producen una gran abundancia de esporas en corto tiempo. Las esporas producidas en las raíces de estas plantas serán luego utilizadas como inóculo en el experimento 2, donde se inocularán las mismas especies del experimento 1, con las MA de los tres tipos de hábitats estudiados.

**Desarrollo de herramientas de conservación de la biodiversidad con base en las oportunidades identificadas en las zonas cafeteras. BDC 0509.** Este año en el experimento BDC 0509 se avanzó en las publicaciones relacionadas con los resultados del Proyecto Andes; en artículos, presentaciones y publicaciones de Cenicafé dirigidas tanto a los

caficultores, como a la comunidad científica dedicada a la conservación de la biodiversidad. En estas publicaciones se explican los patrones de distribución de la biodiversidad en los paisajes cafeteros, y se destaca la importancia de utilizar estrategias de conservación complementarias para aprovechar las oportunidades presentes en distintas regiones cafeteras. Éstas incluyen la protección y enriquecimiento de remanentes de vegetación natural, los incentivos y diversificación para los sombríos amigables con la fauna, y el proveer mayor conectividad a nivel de paisaje mediante el aumento en la cobertura arbórea.

Por otra parte, gracias a la recopilación de los resultados de todos los proyectos de aves del BDC en una misma base de datos, fue posible comenzar a analizar la información acumulada durante los últimos diez años respecto a las aves en las zonas cafeteras. Dentro de los principales resultados se destaca el haber registrado aproximadamente el 25% de las aves de Colombia, a pesar de trabajar en paisajes completamente intervenidos y en un rango altitudinal estrecho. Esto se debe por un lado, a que los resultados vienen de una gran variedad de localidades, en cinco de las regiones naturales de Colombia, y por el otro, a que los estudios se han enfocado en los dos tipos de elementos más diversos en los paisajes cafeteros: los remanentes de vegetación natural y los cafetales con sombra. De 455 especies, sólo 28 no se encuentran en estos dos tipos de uso del paisaje, 278 están compartidas entre ambos, 42 están en cafetales pero no en remanentes, y 107 están en remanentes y no en cafetales (lo que las hace prioritarias para la conservación). Se han registrado 23 especies en las listas rojas de la UICN, 34 endémicas o casi-endémicas de Colombia y 38 migratorias boreales.

Para hacer énfasis en las especies migratorias terrestres, se clasificaron y compararon según su grado de prioridad de conservación en el continente, y su abundancia y frecuencia en la base de datos, como indicadores de su afinidad por las zonas cafeteras de Colombia. Esto permitió elegir a la reinita naranja (*Dendroica fusca*), la reinita castaña (*Dendroica castanea*), la reinita cerúlea (*Dendroica cerulea*) y la reinita de Canadá (*Wilsonia canadensis*) como especies prioritarias para los trabajos de investigación y conservación. Aunque quedan muchos análisis por hacer cuando la base de datos esté completamente terminada y organizada, estos primeros análisis acumulativos permiten ver evidencia sólida de patrones que antes se tuvieron que describir basados

en muestras muy pequeñas. Estos ejercicios también han permitido identificar errores en los procesos de recolección de información, toma de datos y archivo de la información.

**Creación de la base de datos de aves del Programa Biología de la Conservación.** En el desarrollo de las investigaciones en poco más de diez años de existencia del Programa de Biología de la Conservación (BDC), se ha obtenido una valiosa cantidad de información sobre la biodiversidad en zonas cafeteras de Colombia. Durante este último período se recopiló la información sobre aves, obtenida en 11 proyectos de investigación diferentes. Como resultado de este proceso, se creó una base de datos que en este momento cuenta con 62.429 registros.

La existencia de esta base de datos, ha facilitado la realización de análisis más completos sobre la presencia y abundancia relativa de las especies de aves en zonas cafeteras. Los resultados de estos análisis han sido presentados en varios eventos científicos nacionales e internacionales. Además, ha sido posible examinar todos los registros obtenidos sobre las especies migratorias, reinita cerúlea y reinita alidorada, por las cuales existe gran interés de la comunidad internacional.

Como resultado adicional de este ejercicio se crearon protocolos para la toma, ingreso y manejo de los datos. Esta iniciativa pretende mejorar la calidad de los datos que se tomen en el campo, sacar el mayor provecho a la información ya obtenida y adoptar estándares que sean usados en todas las investigaciones.

**Construcción de una línea base de biodiversidad en la Estación Central Naranjal y La Romelia.** Se adelantó un estudio sobre la biodiversidad en la Estación Central Naranjal y en La Romelia. El objetivo del estudio fue la conformación de una línea base de la biodiversidad en la estación, de manera que se puedan monitorear los cambios que ocurran en el entorno natural a medida que progresa el programa de producción de semilla orgánica. Como parte de la conformación de esta línea base, se realizaron varias actividades: actualización de la cartografía de la estación; censos de las aves, con la colaboración de ornitólogos del Programa de Biología de la Conservación; censos de las mariposas con la colaboración de investigadores de la Disciplina de Entomología; inventarios de los árboles en diferentes sectores de la Estación; y muestreos de las comunidades

de invertebrados acuáticos en las quebradas y fuentes de agua que pasan por los terrenos de la Estación, con la ayuda de investigadores de la Universidad del Tolima.

## XII. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

**Sistemas Integrados de Gestión - SIG.** El Sistema Integrado de Gestión en la Estación Central Naranjal y La Granja, está en el segundo año de implementación, desarrollando todas las fases que componen el ciclo Deming - PHVA, específicamente para esta vigencia se trabajó en las etapas del *verificar* y el *actuar*, manteniendo el principio de la **mejora continua**.

Para las tres dimensiones que hacen parte del SIG, calidad, ambiental y responsabilidad social, se destacan los siguientes logros:

### Calidad:

Específicamente en lo relacionado con el plan de formación por competencias, durante este año se continuó con los módulos de manejo integrado de enfermedades y corrección de disturbios nutricionales y manejo integrado de plagas. En este proceso se formaron 12 personas y se contó con el apoyo de los investigadores de diferentes Disciplinas del Centro. Así mismo, se dio inicio al proceso de certificación por competencias laborales, donde 64 trabajadores de campo que habían recibido previamente las capacitaciones obtuvieron el certificado otorgado por el SENA.

Con relación a este aspecto, el reto para el Equipo Técnico de Normalización al desarrollar el piloto del Sistema Integrado de Gestión, era lograr que las personas pasaran de tener una **competencia inconsciente**, es decir, saber hacer sin saber cómo se hace, a una **competencia consciente**, es decir, saber hacer y saber cómo se hace; además, involucrar en sus actividades aspectos relacionados con el ambiente y la seguridad de las personas. Esto se evidencia actualmente por el cambio de actitud de las personas, mejores niveles en la evaluación del desempeño de los trabajadores y con el paso del tiempo se ha iniciado un cambio en la cultura, es decir, que cada persona encontró en este proceso la oportunidad de aprender y mejorar su nivel de responsabilidad frente al trabajo.

Durante este año se estandarizaron los siguientes procesos del sistema de producción de semilla Variedad Castillo\*:

- Germinador
- Almácigo
- Siembra
- Manejo del cultivo:
- Manejo integrado de arvenses - MIA
- Renovación
- Fertilización
- Manejo integrado de broca - MIB
- Manejo integrado de plagas y enfermedades
- Cosecha
- Beneficio húmedo

De igual manera se estandarizaron los siguientes procedimientos:

- Higiene y limpieza en cosecha
- Higiene y limpieza en beneficio
- Mantenimiento y calibración de equipos
- Manejo seguro de agroquímicos

Los procesos y procedimientos fueron revisados y validados por el personal técnico de la Estación Central Naranjal e investigadores de diferentes Disciplinas del Centro.

Teniendo en cuenta que en La Granja se realiza el beneficio de la semilla, con relación a la infraestructura, una vez analizado el diagnóstico se realizaron las adecuaciones necesarias para el cumplimiento de las recomendaciones técnicas y legales, lográndose los siguientes avances en este componente:

- Se realizó una distribución de las áreas y se hizo una organización general de todos los materiales, agroquímicos y equipos agrícolas.
- Se asignó un sitio adecuado para el almacenamiento de fertilizantes y agroquímicos.
- Se dispuso de un lugar para el almacenamiento de: insumos, herramientas y equipos agrícolas.

### Ambiental

En la Estación Central Naranjal se destacan los siguientes logros:

Para conocer el impacto en las mejoras respecto

al manejo de aguas residuales de la Estación se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos a los vertimientos, fuentes receptoras y bocatoma de la Fundación Manuel Mejía. El resultado muestra que las prácticas implementadas contribuyen de manera importante a reducir la contaminación. Adicionalmente, se instalaron cinco sistemas sépticos para: el núcleo, la casa principal, los baños en zona de bodegas y las dos casetas sanitarias ubicadas en los lotes.

Como complemento al proceso de formación de los trabajadores, en el componente ambiental se afianzaron los conocimientos del personal de la Estación en el manejo de residuos ordinarios y peligrosos, mediante capacitaciones realizadas con la empresa EMAS y el Programa *Campo Limpio* de la ANDI.

Cabe destacar que el programa de manejo de residuos ordinarios que se inició el año pasado con la comunidad de las cinco veredas que están alrededor de la Estación Central Naranjal, ha continuado por iniciativa de la misma comunidad con diferentes actividades y es positivo el impacto generado.

En La Granja, los aspectos más destacables durante este período fueron:

### Manejo de residuos:

#### Ordinarios:

- Se construyó el centro de acopio, dando cumplimiento al Decreto 1713/2002, Capítulo II, Artículo 14 y 24.
- Se realizó una recolección y selección de residuos, lo que permitió la recuperación de diferentes áreas de La Granja.

- Se instalaron acopios temporales en diferentes sectores.

#### Peligrosos:

- Se acondicionó un área de almacenamiento, de acuerdo a lo establecido en los Decretos 4741/05, 1443/04, 1843/91.
- Con el Programa de *Campo Limpio* de la ANDI, se realizó la capacitación en el manejo adecuado de residuos peligrosos, específicamente de envases y empaques de agroquímicos. Se capacitaron 30 personas.
- El Programa *Campo Limpio* realizó la recolección y disposición final. En conjunto con ellos se realizó seguimiento y verificación del manejo de los envases, específicamente en triple lavado y almacenamiento.
- Adicionalmente, en conjunto con el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, las Cooperativas de Caficultores de Caldas, el Programa *Campo Limpio* – Andi y Cenicafé, se realizó una prueba piloto para la recolección de residuos peligrosos de los municipios de Chinchiná, Palestina, Anserma y Riosucio (Figura 52). Durante esta jornada se recolectaron aproximadamente 800 kg y se evidenció la práctica del triple lavado en el momento de la entrega. De acuerdo a los buenos resultados obtenidos se tiene dispuesto ampliar esta campaña el próximo año en el resto de municipios del departamento, y en el futuro consolidar esta actividad realizándola mínimo dos veces al año.



**Figura 52.**

Jornada de recolección de residuos peligrosos de los municipios de Chinchiná, Palestina, Anserma y Riosucio.

### Manejo de vertimientos:

#### Derrames

Se acondicionaron contenedores de derrames en las áreas de combustibles, preparación de agroquímicos y en los lugares donde se guardan las guadañas.

#### Responsabilidad social

En el sistema de producción de café, la actividad de manejo y la aplicación de productos agroquímicos es considerada como factor de riesgo para el personal. Por lo anterior, durante este período se llevó a cabo un trabajo que permitiera generar recomendaciones técnicas respecto a la ropa de protección (Figura 53).

Se utilizaron cuatro diseños, en materiales con las siguientes características:

Tela elaborada con tecnología Lafshield®, que actúa como escudo protector antifluidos, proporcionando repelencia (90%) a salpicaduras y su composición es 100% poliéster.

Las propiedades de la tela permiten a las prendas tener buen desempeño y comportamiento frente al lavado frecuente. La durabilidad del textil logra que se hagan menos reposiciones por año.

A continuación se presentan los comentarios generales de los uniformes (4 diseños), realizados por las personas, la selección de la mejor opción de traje y las modificaciones que ellos sugieren:

### Comentarios de los uniformes:

- Son más livianos
- Los uniformes se lavaban mínimo una vez a la semana
- Se secan rápido
- El olor a fentopen permanece en la tela después de lavado
- Los puños con ajuste de velcro se despegan
- Son más cómodos que el overol de dril
- Les ofrece mayor protección que el overol de dril
- Cuando se moja el overol de dril (sudor y agua), el roce con la piel produce quemaduras
- No les gustaron los bolsillos internos, prefieren que sean por fuera y que sean más profundos
- La sobrebota del pantalón les ofrece mayor protección

### Comentarios a la capa:

- Recomiendan ponerle cachucha
- Tener pantalón del mismo material, porque debieron usar el pantalón del impermeable amarillo cuando llueve
- Es necesario mejorar la calidad de la cremallera
- Después de un tiempo de estar expuestos al agua, ésta se pasa

### Selección de la mejor opción:

A partir de la evaluación, la mejor opción correspondió al traje de dos piezas, camisa con cierre adelante con



Figura 53. Ropa de protección para la aplicación de productos químicos.

cremallera, puño con velcro, pantalón con resorte cordón, cierre adelante y cuatro bolsillos (dos internos y dos externos), con protección de la bota en tela vendabal. De la cual las personas sugirieron las siguientes modificaciones:

- Colocar a la camisa un bolsillo exterior
- El pantalón no necesita el cierre adelante, es suficiente el resorte con el cordón
- Bolsillos más profundos
- Reemplazar la protección de la bota por el mismo material de la capa y que sea media pierna más arriba de la rodilla.

Además de los anteriores resultados, durante esta vigencia el Equipo Técnico de Normalización con base en la experiencia y el conocimiento acumulado en los trabajos desarrollados en la implementación del piloto del SIG, se destacan los siguientes resultados:

En conjunto con el Comité Departamental de Cafeteros de Santander, se elaboró la *Guía para la implementación en Colombia del código común para la comunidad cafetera 4C*, documento que orienta al Servicio de Extensión y a los caficultores en la implementación de este código que promueve y fomenta la sostenibilidad de la caficultura y se basa en el mejoramiento ambiental, social y económico del sistema de producción de café.

Participación en conjunto con otras dependencias de la FNC en la revisión de los códigos de conducta Utz Certified y Rain Forest Alliance. El resultado de este análisis establecido por consenso y con el soporte técnico necesario será gestionado por la FNC a los Comités Técnicos respectivos, como posición única del país frente a cada código. Se espera con estos procesos lograr un acercamiento que favorezca la aplicabilidad de estos códigos y simultáneamente se evidencie una contribución importante a la sostenibilidad de la caficultura.

## XI. TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LOS PROCESOS DEL CAFÉ

**Diseño y evaluación de sistemas para fincas cafeteras para el tratamiento de las aguas residuales del lavado**

**del café. QIN0103.** Se capacitó a 110 personas acerca del lavado del café, el tanque tina, el tratamiento de lixiviados y el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales del café. Participaron diez líderes del Programa Familias Guarda Bosques de Albán, Buesaco y del resguardo indígena Inga de Aponte de Nariño, 12 estudiantes, 60 caficultores y 8 extensionistas de los Comités de Cafeteros de Santander, Carmen del Atrato Cauca y 12 personas de la Estación Naranjal.

**Diseño de un sistema integral para el manejo y tratamiento de los residuos generados en la tecnología Becolsub. QIN0115.** Mediante un sistema integral de tratamiento de los lixiviados del Becolsub se logró una remoción del 84,6% de la DQO y un efluente con pH 7,33, para sustratos iniciales con una DQO media de 91.200 ppm y un pH de 3,82. Las temperaturas en todos los componentes del sistema estuvieron alrededor de 24°C. Aunque la eficiencia obtenida es alta, no es posible sacar todavía conclusiones y, por lo tanto, se recomienda continuar las evaluaciones hasta la cosecha de café del año 2009.

**Diseño y evaluación de un sistema de depuración mediante plantas acuáticas para el postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café, tratadas por digestión anaerobia. QIN0112.** Con el fin de generar información para el diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales con macrófitas, para el postratamiento de las aguas residuales del lavado del café, se determinó la porosidad y conductividad hidráulica de las lagunas de experimentación que contenían las especies acuáticas: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* y *Typha angustifolia*.

Para la laguna con *E. crassipes* se encontró una porosidad media de 0,9800 (para una densidad operacional de 9 kg de plantas/m<sup>2</sup>), para *P. stratiotes* el valor medio de la porosidad fue de 0,9944 (para una densidad operacional de 2 kg de plantas/m<sup>2</sup>), para *S. auriculata* el valor fue de 0,9927 (para una densidad operacional de 1,5 kg de plantas/m<sup>2</sup>) y para la laguna con *T. angustifolia* el valor fue de 0,45 y su conductividad hidráulica de 20.313 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-d. Estos valores son necesarios para la determinación del tiempo de retención hidráulica, que a su vez se utiliza en las ecuaciones de diseño de este tipo de sistemas de tratamiento. *E. crassipes* presentó las mayores tasas de evapotranspiración, que fueron 2,1 veces mayores que las tasas de evaporación presentadas por el control y 1,9 y 2,0 veces mayores que las tasas

de evapotranspiración presentadas por *P. stratiotes* y *S. auriculata*, respectivamente. *T. angustifolia* presentó una tasa de evapotranspiración 9,7 veces mayor que la tasa de evaporación presentada por el testigo y 3,7 veces mayor que *E. crassipes*.

Se generaron ecuaciones que permitieron estimar según las especies y las condiciones, la tasa de remoción, en  $\text{g/m}^2\text{-d}$ , de las variables Demanda Biológica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), Sólidos Suspendidos Totales (SST), nitrógeno total (NT), fósforo total (PT) y potasio (K), con la carga aplicada de estos contaminantes a las lagunas, expresada en  $\text{g/m}^2\text{-d}$ , mediante análisis de regresión simple y según la biomasa obtenida por medio de regresión múltiple. La mayoría de los datos se pudieron correlacionar mediante modelos de regresión lineal y exponencial. Se concluye que la remoción de la materia orgánica (DQO,  $\text{DBO}_5$ , SST) y del N, P y K por parte de las diferentes especies sigue una cinética de primer orden. El análisis de varianza realizado a los datos experimentales mostró un efecto lineal negativo de la concentración de la  $\text{DBO}_5$  presente en el agua para tratamiento posterior sobre los porcentajes de eliminación de la materia orgánica y del N, P y K, por parte de las plantas. Es decir, que a mayor concentración de la  $\text{DBO}_5$  en las aguas para tratamiento posterior menores fueron los porcentajes de remoción de los contaminantes.

No hubo diferencias significativas al 5% en los porcentajes de remoción de la carga orgánica y de potasio entre las especies de plantas acuáticas evaluadas. En la eliminación de nitrógeno y de fósforo total no se presentaron diferencias estadísticas entre las especies flotantes, las cuales fueron diferentes de la emergente, posiblemente porque ésta demora más tiempo en adaptarse al sistema y alcanzar el estado estable.

**Producción de alcohol carburante a partir del mucílago del café. QIN0806.** Mediante la adición de 100 a 300 ppm de una enzima comercial se logró la remoción del mucílago de café en una hora. Con los residuos de este proceso enzimático se produjeron 42,5 mL de etanol del 98% de pureza por cada kilogramo de mucílago fresco, que corresponde al 71,3% del alcohol obtenido del mucílago del desmucilagador mecánico.

**Productos sobre el manejo de los residuos líquidos y sólidos del beneficio del café.** Se elaboró el documento sobre Sistemas para el tratamiento de aguas mieles: investigación aplicada en beneficio de los productores cafeteros con el cual se obtuvo el Premio Aurelio Llano - 2008. Categoría Investigación y Desarrollo.



# Conocimiento Estratégico

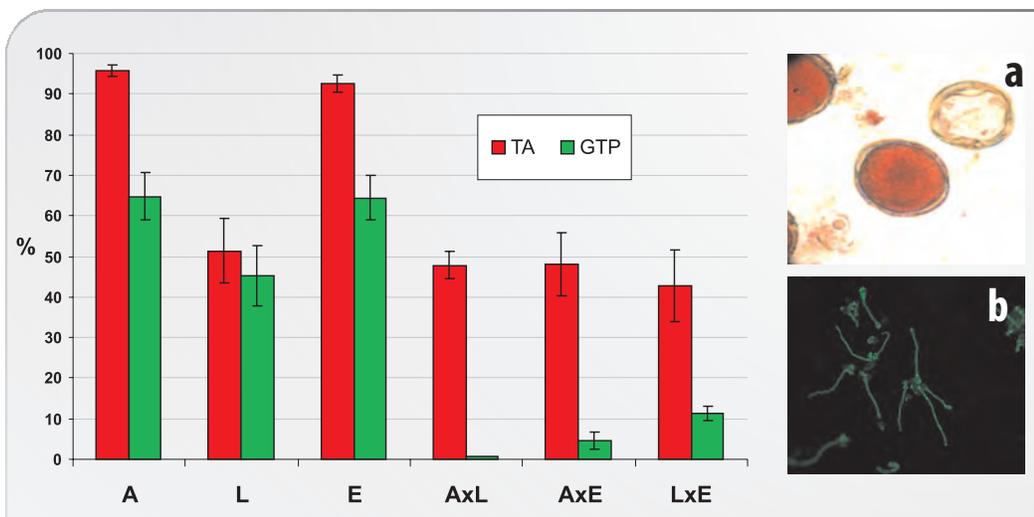
## I. GENÓMICA DEL CAFÉ

**Mecanismos implicados en la fertilidad de los híbridos interespecíficos, para comprender las barreras que afectan la transferencia de genes a *C. arabica*. MEG0654.** Se avanzó en el estudio de la caracterización citogénica y molecular de híbridos interespecíficos. Su objetivo es el de generar información útil para planear estrategias de mejoramiento que permitan incluir otros híbridos dentro de un esquema para la obtención de variedades.

Con apoyo de la plataforma de citogenética, se están utilizando diferentes métodos citológicos para el estudio de los híbridos y, en particular, para el análisis del comportamiento meiótico y de la viabilidad tanto masculina (viabilidad del polen, grado de germinación, penetración en el estilo), como femenina (proporción de frutos anormales). El análisis meiótico permite conocer las anomalías cromosómicas que se presentan durante la división reduccional de las células (meiosis) que dan origen a los granos de polen (microsporogénesis). Los análisis de viabilidad gamética dan una información, a veces directa otras veces indirecta, de los problemas ligados a la fertilización y que afectan el desarrollo de los frutos (Figura 54). Se empezaron a desarrollar y establecer estas metodologías

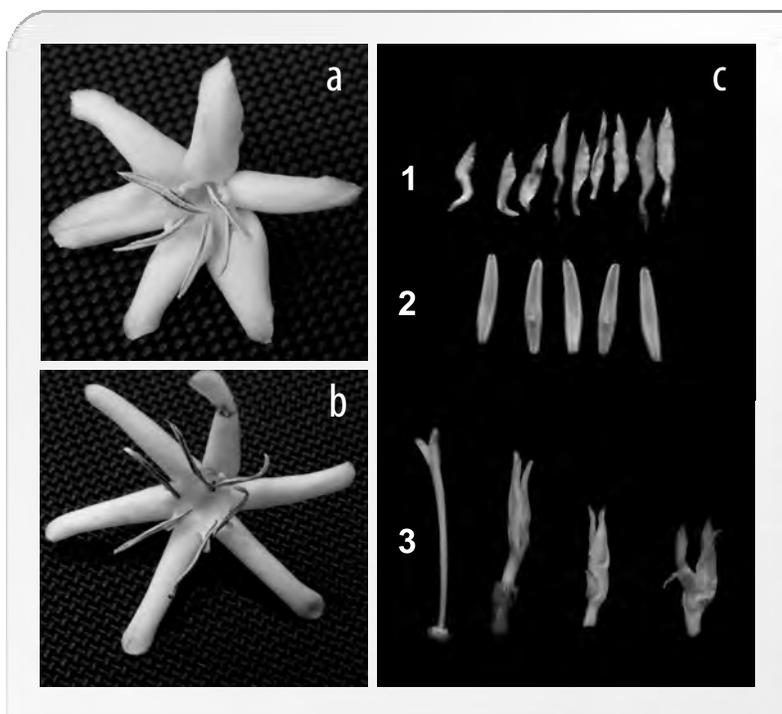
y como resultado se determinaron las condiciones para el estudio de la meiosis que ocurre en las células germinales del polen (células madre), usando botones florales jóvenes tanto de los progenitores (*C. arabica*, *C. liberica* y *C. eugenioides*) como de los híbridos entre éstas. Se observó que en algunos híbridos, los problemas de esterilidad del polen pueden deberse no solo a la baja fertilidad, sino a la malformación de las anteras (Figura 55), que impide la formación de polen viable.

De otra parte y con el fin de empezar a entender las causas de la aparición de individuos anormales, se tomaron estas plántulas en un almácigo derivado de un cruzamiento avanzado entre *C. arabica* y *C. canephora* y se contaron sus cromosomas, usando muestras tomadas de las raíces secundarias jóvenes. Los resultados mostraron que tres de los cuatro tipos de anomalías identificadas estaban asociadas a un menor número de cromosomas del esperado para la especie (44) (aneuploidía). Todas las plantas fueron llevadas a campo para evaluar su desarrollo. Estas observaciones muestran que en las progenies avanzadas de cruzamientos intra-específicos y más frecuente en los derivados de cruces inter-específicos, ocurren aneuploidías, las cuales regularmente están asociadas con pérdida espontánea de cromosomas en la meiosis. La frecuencia de aneuploidía en cruzamientos interespecíficos da una idea de la mayor o menor afinidad genómica entre y dentro de especies.



**Figura 54.**

Porcentaje de polen viable, evaluado según los métodos de tinción con acetocarmin, **TA** (a) y germinación de tubo polínico, **GTP** (b). **A.** *C. arabica*; **L.** *C. liberica*; **E.** *C. eugenioides*; **AxL**, **AxE** y **LxE**, híbridos respectivos.



**Figura 55.**

Malformación de los estambres en flores de híbridos interespecíficos. a) flor normal de un híbrido *C. arabica* x *C. liberica*; b) flor anormal de un híbrido *C. liberica* x *C. eugenioides*; c) detalle de las anteras malformadas (c1) y de anteras normales (c2), comparación de diferentes anomalías del estilo y estigma de flores de híbridos interespecíficos (c3).

**Construcción de un mapa genético en café y su utilización para detectar QTL.** Se finalizó la evaluación por producción, características de grano, resistencia a CBD y características morfológicas de la población  $F_2$  de Caturra x CCC 1146; en el desarrollo de dos tesis de maestría, se evaluaron otras características morfológicas: longitud de los entrenudos, longitud entre cruces, ángulo de inserción de las ramas y área foliar; anatómicas: número y tamaño de estomas; fisiológicas: número de flores y frutos en los diferentes estadios (FL1, FL2, Fr1, Fr2 y Fr3), total de granos maduros producidos por nudo y por rama; y bioquímicas: contenido de clorofila y proteínas, nitrógeno total en hojas, concentración de rubisco.

Se autofecundaron las plantas  $F_1$  de Caturra x CCC E 554 y E 348 con baja oviposición de la broca, y se obtuvo la generación  $F_2$  para identificar QTLs asociados con esta característica. Estas  $F_2$  se encuentran en almacigo.

**Desarrollo de variedades de café resistentes a la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari).** MEG2200. En este año cafetero fue aprobado y se inició con cinco experimentos del proyecto que está a cargo de las disciplinas de Mejoramiento Genético y Entomología, y que tiene por objetivo general contribuir a la generación de una variedad de café con resistencia genética a la broca del café (*Hypothenemus hampei*

Ferrari). Las fuentes de resistencia para la obtención de esta variedad fueron identificadas en el proyecto MEG 0800 y MEG 1800 luego de una amplia evaluación de la Colección Colombiana de Café. Dentro de esta línea se encuentra el experimento de *Identificación, purificación y caracterización de inhibidores de las aspártico proteinasas de la broca*. Dentro del Plan estratégico de la Federación de Cafeteros de Colombia 2008-2012, estos proyectos se enmarcan dentro de la propuesta de Valor de Competitividad e Innovación con el objetivo de Proveer desarrollos científicos y tecnológicos oportunos y pertinentes.

**Genómica funcional de la resistencia a la roya.** Con el fin de entender la interacción café-roya a nivel molecular, se realizó un perfil global del transcriptoma de hojas de 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 de *C. arabica* y *C. liberica*. Los mRNA fueron extraídos en 30, 70 y 120 horas postinoculación, de hojas de plántulas de seis meses. Se asociaron 1.644 clones a la interacción planta-patógeno, 715 presentaron cambios de expresión, 232 se expresaron en las primeras horas postinoculación en el genotipo resistente, 343 en el susceptible y 241 en los dos. Durante las últimas horas se expresaron 350 genes en Híbrido de Timor, 241 en Caturra y 237 en ambos genotipos. Se escogieron diez

genes para confirmar expresión mediante qRT-PCR, en donde siete presentaron expresión en las primeras horas y tres 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.

**Genómica de la floración.** Con el propósito de identificar genes de floración en *Coffea arabica*, se construyeron dos librerías normalizadas de cDNA, a partir de varios estados de desarrollo de botones florales y de las hojas que los acompañan. El 97% de los 15.473 ESTs producidos fueron de alta calidad y se ensamblaron en 10.845 *clusters*, incluyendo 8.180 *singletons* y 2.665 *contigs*. Los resultados indican una baja redundancia y una alta representación de genes florales, con un 44% de expresión exclusivamente en hojas, 45% solo en meristemas florales y 12% en los dos tejidos. Algunos de los 8.991 genes anotados están involucrados en la inducción de la floración y en el mantenimiento de la identidad floral de los meristemas. Esta es la primera colección de genes ortólogos de floración descrita para el género *Coffea*, y el entendimiento de sus vías de acción es necesario para mejorar características de interés agronómico ligadas a este proceso.

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. Utilizando como sonda este fragmento de 652 pb, se determinaron seis copias en el genoma de *C. arabica* var. Caturra mediante Southern blot y se identificaron 13 clones positivos en una librería BAC de esta variedad que contienen 9.5X el genoma. La secuenciación de un clon permitió identificar una región de 3.638 pb con identidad del 65% al *cry2* de *Arabidopsis thaliana*. El gen presentó 4 exones con un ORF de 1.923 pb (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. Se midieron los niveles de expresión del gen, 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 una expresión relativa estadísticamente mayor de *CRY2* en raíces que en hojas, tanto a las cero (0) como a las 12 h de exposición a luz blanca. Se sugiere que en plántulas de café este alelo del 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.

**Bioinformática.** Durante el último año en el área de Bioinformática, se actualizó el sistema de *scripts* de ensamblajes de secuencias de ESTs denominado Transcript Assemblies y el sistema Gbrowse para el despliegue de moléculas de gran tamaño (denominadas pseudo moléculas); en este sistema se han incluido secuencias de ADN provenientes de clones completos de la librería BAC. Se realizó el proceso de migración del sistema LIMS, específicamente los denominados TAs y BES de café, del sistema de bases de datos MySQL al nuevo sistema PostgreSQL. El sistema de bases de datos contiene a julio del 2008 alrededor de medio millón de registros; que incluyen 31.000 unigenes de la especie *C. arabica*, 11.000 de *C. liberica*, 1.700 de *Hypothenemus hampei*, 2.400 de *Beauveria bassiana* y 80.000 secuencias BES de *C. arabica*. Se continuó con la administración del mirror del sitio "<http://sgn.cornell.edu>" en el sitio "<http://sgn.cenicafe.org>", actualizando además el sitio oficial del laboratorio de bioinformática de Cenicafé en el dominio "<http://bioinformatics.cenicafe.org>". En este último dominio se aplicó un nuevo diseño, muy similar al usado en el LIMS de Bioinformática de Cenicafé, y se incluyó el sistema de base de datos pública "TA"; que contiene la información del ensamblaje de 13.152 unigenes de la especie *Coffea canephora*. Por primera vez se utilizaron dos algoritmos de bioinformática para la clasificación de familias de genes de café. Se viene adelantando el diseño del sistema de información para el manejo de datos del proyecto NIRs.

Cenicafé es a partir del año 2008 un miembro de la red científica y educativa de alta velocidad denominada RADAR. El grupo de Bioinformática ha realizado mediciones del desempeño de esta red con la colaboración del personal de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## II. BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA BROCA

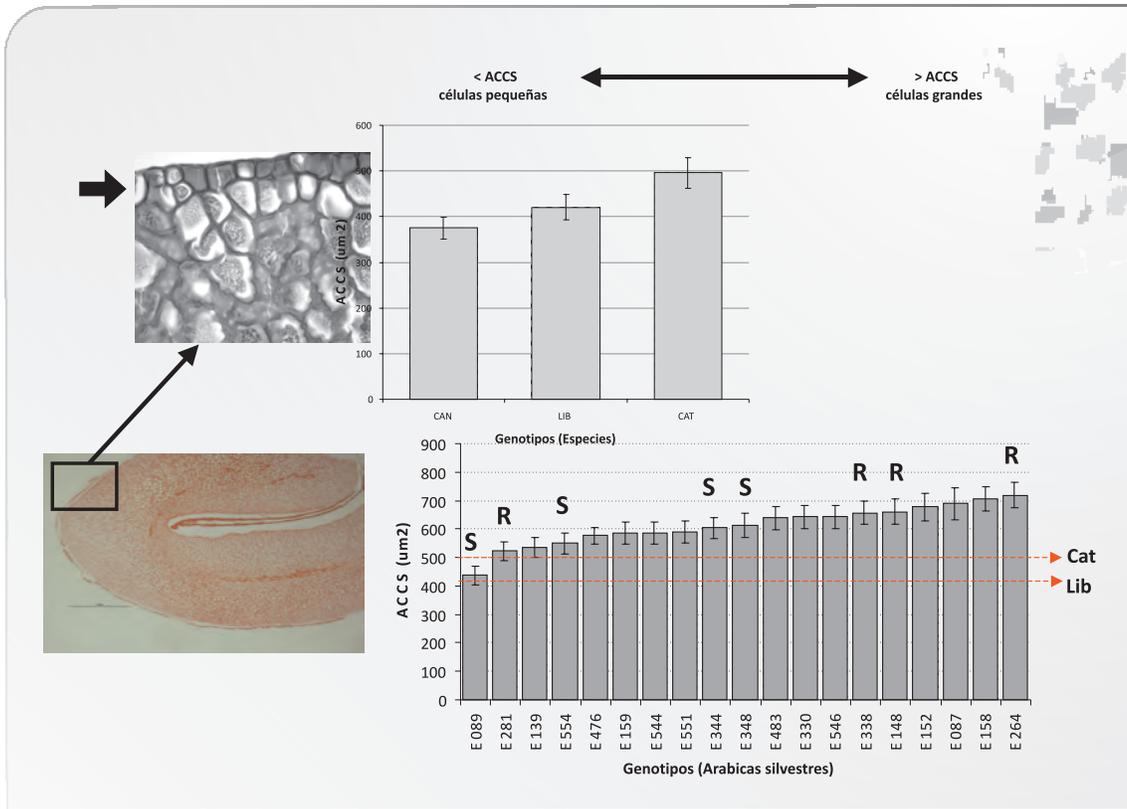
**Mejoramiento por hibridación para la obtención de variedades resistentes a la broca. MEG 2201.** Tiene por objetivo generar una variedad de café con resistencia a la broca, por hibridación y selección, y dentro del mismo se realizaron los cruzamientos entre líneas élites de la Variedad Castillo® y cinco introducciones identificadas como de mejor comportamiento frente a la broca. Se sembró la semilla de 18 de estos cruzamientos y actualmente se encuentran en almácigo las plantas F<sub>1</sub>, para ser llevadas y evaluadas en el campo y en condiciones controladas.

**Mejoramiento por transgénesis empleando genes de inhibidores de amilasas para la obtención de variedades resistentes a la broca. MEG 2202.** Tiene por objetivo generar una variedad de café con resistencia a la broca por transformación genética. Se basa en experimentos bioquímicos realizados en Cenicafé que demostraron que un inhibidor de amilasas proveniente del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es una proteína que bloquea la actividad de las amilasas digestivas de *H. hampei*. Bioensayos realizados con dietas artificiales con concentraciones de 5% p/v del inhibidor de amilasa produjeron una mortalidad en larvas de la broca alrededor del 50%. Se aisló el gen que codifica este inhibidor de la variedad radical de frijol y se construyó un vector de transformación genética que lo contenía, bajo el control de expresión de la arabicina, que es un promotor específico de la semilla del café. Con este vector se transfirió el gen a la planta de café. Para ello, se germinaron *in vitro* de 45 a 100 embriones de semillas, de diez líneas de la Variedad Castillo®. Al cabo de 60 días de cultivo las plántulas desarrollaron de cuatro a seis hojas, de las cuales se cortaron, asépticamente, segmentos foliares y se cultivaron en un medio para la inducción de células no diferenciadas o callos. Después de 30 a 45 días de cultivo el 70% de los segmentos foliares formaron callos y se transfirieron a un medio de inducción de células embriogénicas. Suspensiones celulares embriogénicas de la línea CU1812 se están usando para la transformación genética con el vector que contiene el gen del inhibidor de amilasas bajo el control del promotor de la arabicina.

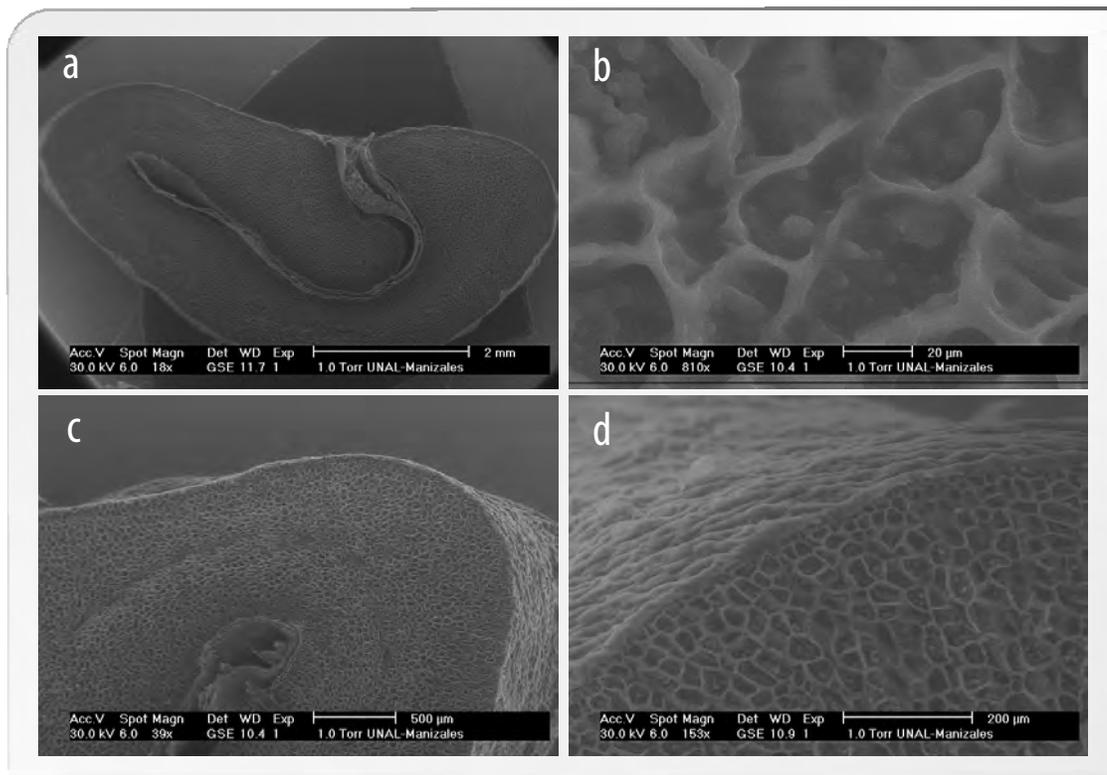
**Estudio histológico de la estructura del endospermo de diferentes accesiones de café con posible antibiosis**

**contra la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari). MEG 2203.** Tiene por objetivo determinar diferencias estructurales en el endospermo entre accesiones de café de interés por su posible relación con la antibiosis contra la broca del café. Durante el primer año de este experimento se completaron los análisis histológicos y de microscopía electrónica de barrido para cada una de las 24 introducciones estudiadas, las cuales incluyen las especies: *C. arabica*, *C. canephora* y *Coffea liberica*, así como 21 accesiones silvestres de *C. arabica*, las cuales están siendo estudiadas por su antibiosis frente a la broca del café. Se han analizado las siguientes características: **EEE:** Espesor del estrato externo del endospermo (um); **EEM:** Espesor del estrato medio del endospermo (um); **ACCS:** Área de las células de la capa superficial del estrato externo (um<sup>2</sup>); **ACEE:** Área de las células del estrato externo del endospermo (um<sup>2</sup>); y **ACEM:** Área de las células del estrato medio del endospermo (um<sup>2</sup>).

Los análisis preliminares muestran que para el ACCS *C. arabica* (variedad Caturra) presenta una capa de células de mayor tamaño en la parte externa del endospermo que *C. liberica* y *C. canephora* (p=0,05). Igualmente, las 19 introducciones silvestres mostraron diferencias significativas entre ellas, sin embargo, estas diferencias no parecen estar asociadas con el carácter de mayor (R) o menor (S) antibiosis, puesto en evidencia por Romero y Cortina (2004, 2007) en estas introducciones (Figura 56). Las demás características histológicas medidas no muestran diferencias significativas entre genotipos (p=0,05), ni tampoco una relación con la antibiosis. Hasta ahora, los resultados histológicos y de microscopía electrónica de barrido (Figura 57), sugieren que la estructura del endospermo no parece estar relacionada con la antibiosis. Sin embargo, falta determinar si hay diferencias en la composición de las paredes celulares entre las introducciones y su posible relación con la antibiosis. Esto hace parte de la segunda etapa de la investigación. Como perspectivas para el segundo y último año se tienen: (i) finalizar los análisis estadísticos de la evaluación histológica; (ii) completar los análisis microscópicos con el estudio de microscopía electrónica de transmisión sobre muestras de las tres especies y de tres introducciones silvestres seleccionados por su antibiosis frente a la broca; (iii) realizar los análisis utilizando anticuerpos fluorescentes para determinar diferencias en los componentes de la pared celular; (iv) preparar el informe final del experimento.



**Figura 56.** Análisis del área de las células de la capa superior (ACCS) del endospermo en los diferentes genotipos estudiados. R y S introducciones con elevada y baja antibiosis, respectivamente. Se evaluaron tres repeticiones (plantas) por introducción y 30 células por individuo.



**Figura 57.** Microscopía de barrido del tejido del endospermo de diferentes accesiones de café. a) corte transaaversal del grano completo de *C. arabica*; b) detalle de los engrosamientos de las paredes celulares del endospermo; c) corte transversal del endospermo de la accesión Etiópica CCC 527; d) detalle de la disposición de las células del estrato superior del endospermo de *C. liberica*.

**Evaluación de la mezcla de introducciones de café con efecto de antibiosis a la broca, *Hypothenemus hampei*, sobre su capacidad reproductiva. MEG 2204.** Tuvo como objetivo evaluar el sinergismo entre seis de las introducciones de *C. arabica* y *C. liberica*, que han mostrado efectos de antibiosis a la broca, para lo cual se condujo un experimento mediante un diseño completamente aleatorio con 13 tratamientos constituidos por las introducciones solas, sus mezclas y la variedad Caturra como testigo susceptible, y 40 repeticiones, donde la unidad experimental fue un vial con una hembra adulta con 5 g de dieta artificial Cenibroca, preparada con café de las introducciones solas y mezcladas. Se contó el número de individuos por hembra fértil después de 28 y 35 días de infestadas las dietas. El experimento tuvo dos fases, en la primera se evaluaron las introducciones CCC359, CCC363, CCC534, *C. liberica* y sus mezclas, y en la segunda las introducciones CCC477, CCC470, CCC183, *C. liberica* y sus mezclas. En la primera fase, el promedio de estados biológicos sobre las dietas con la variedad Caturra fue de  $26 \pm 3$  y  $32 \pm 2$  a los 28 y 35 días después de la infestación, respectivamente, y de  $23 \pm 3$  y  $32 \pm 3$  a los 28 y 35 días, en la segunda. Los resultados indican que el promedio de oviposición fue significativamente más alto en el control susceptible (Caturra) que en las mezclas de introducciones de café con efecto de antibiosis ( $p < 0,05$ ); sin embargo, las introducciones individuales que mostraron efecto de antibiosis hacia la broca no mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto a las mezclas, lo que sugiere que éstas pueden presentar el mismo compuesto de antibiosis hacia la broca del café y que no existe sinergismo cuando se usan las mezclas.

**Mejoramiento por transgénesis empleando genes de quitinasas para la obtención de variedades de café resistentes a broca. MEG 2205.** Tiene como objetivo la transformación y regeneración de líneas de la Variedad Castillo® con los vectores de quitinasas. Este año se inició la inducción de tejido embriogénico para su transformación. Se recibieron entre 10 y 16 plántulas de cada una de las siguientes líneas de Variedad Castillo®: CU 1812, CU 1991, CU 1953, CU 1827, CX 2848, CX 2178, CX 2710, CX 2720, CU 1815 y CU 1997. Alrededor de 400 hojas de las plántulas de las líneas CU 1812, CU 1991, CU 1953 se sembraron durante los primeros ocho meses del año, en medio de inducción inicial, por espacio de un mes y luego fueron subcultivadas en medio de

inducción de callo embriogénico. A partir de abril se sembraron las demás líneas en medio de inducción.

Luego de seis meses, se regeneró tejido embriogénico en las líneas sembradas de febrero a marzo y se han obtenido 21, 3 y 31 explantes con tejido embriogénico de las líneas CU 1812, CU 1991 y CU 1953, respectivamente. Las células embriogénicas fueron llevadas a medio de proliferación, CP, tras lo cual se espera obtener una buena cantidad de tejido embriogénico para las transformaciones. El próximo año se continuarán las siembras, con el fin de inducir más tejido embriogénico.

**Identificación y purificación de inhibidores de aspártico proteasas de la broca. GEN 1115.** El objetivo principal de este trabajo es identificar, purificar y caracterizar bioquímicamente inhibidores de las aspártico proteinasas de *H. hampei* en plantas no hospederos del insecto. En estudios previos se encontró la presencia de actividad aspártico proteinasa en el intestino medio de larvas y adultos (Preciado *et al.*, 2000), por lo cual la identificación de sus inhibidores es una alternativa para su control. Para la identificación de inhibidores de proteinasas (IPs) de *H. hampei* se evaluaron extractos de semillas de seis leguminosas, una gramínea y una amarantácea. Se encontró que *L. bogotensis* produce la mayor inhibición *in vitro* de las aspártico proteinasas. Se purificaron varios IPs mediante filtración en gel, precipitación con sulfato de amonio, ultra filtración, cromatografía de intercambio aniónico y elución de las proteínas puras a partir del gel. Estos se designaron como inhibidores de proteinasas de lupinus (IPL): IPL1, IPL2, IPL3, IPL4, IPL5, IPL6 e IPL7.

IPL4 mostró la mayor inhibición de las aspártico proteinasas de *H. hampei* (Tabla 59), este inhibidor está constituido por una sola cadena polipeptídica, con una masa molecular de 12,847 kDa determinado por Maldi Tof, el punto isoeléctrico es de 4,5. La actividad inhibidora IPL4 se mantuvo por encima del 90% en un rango de temperatura de 30 a 100°C y pH de 2 a 11. La secuencia N-terminal mostró una alta homología con proteínas de almacenamiento de las semillas. Los IPs IPL1, IPL2 e IPL3, constituidos por una cadena polipeptídica, tienen una secuencia N-terminal similar a IPL4, que sólo se diferencia por la presencia de una glicina (G) en la posición 8 y al igual que este inhibidor mostraron homología con proteínas de almacenamiento de las

**Tabla 59.** Actividad inhibidora de IPL1, IPL2, IPL3, IPL4 e IPL5 aislados de *L. bogotensis* contra las aspártico proteinasas de *H. hampei*, purificados por cromatografía de intercambio aniónico Q Sepharosa Amersham Pharmacia®.

IPL	Proteína mg	UI mL <sup>-1</sup>	Actividad inhibición total UI	Actividad específica U mg <sup>-1</sup>
IPL1	0,37	245	2.572,5	6.952,7
IPL2	0,35	255	2.677,5	7.650,0
IPL3	0,30	175	1.837,5	6.125,0
IPL4	0,37	550	5.775,0	15.608,1
IPL5	0,3	300	2.700,0	9.000,0

semillas. Los resultados sugieren que los inhibidores IPL1, IPL2, IPL3 e IPL4, pertenecen a la misma familia de proteínas que actúan retardando el desarrollo de los insectos o incluso ocasionando su muerte, al inhibir las proteinasas encargadas de digerir las proteínas del alimento. Aunque difieren en la masa molecular y en la estructura primaria.

IPL5 está constituido por dos cadenas polipeptídicas con masa molecular aproximada de 14 kDa, una de las cuales mostró homología con la delta conglutina. Los IPs IPL6 e IPL7 están constituidos por una cadena polipeptídica con una masa molecular de 12,866 y 16,910 kDa, respectivamente, determinada por Maldi Tof. Estos inhibidores mostraron una secuencia de aminoácidos N-terminal casi idéntica, que tiene homología con la delta conglutina. Estos resultados sugieren que los inhibidores de proteinasas y las conglutinas se originaron de un gen ancestral común y explicarían el efecto inhibitorio de IPL5, IPL6 e IPL7 contra las aspártico proteinasas de *H. hampei*.

El gen que codifica para estos inhibidores de proteinasas podría transferirse a café mediante ingeniería genética, siendo ésta una alternativa para producir una variedad resistente al insecto. Este es el primer reporte de la purificación y caracterización de un inhibidor de las aspártico proteinasas de *H. hampei*.

### III. GENÉTICA DE LAS ENFERMEDADES DEL CAFETO

**Identificación de razas de roya.** Las razas de la roya del cafeto presentes en Colombia, aisladas de progenies

derivadas del cruce entre el Híbrido de Timor y la var. Caturra no han podido ser clasificadas dentro de las 42 razas descritas en el CIFC en Portugal. Se han enviado aislamientos de roya y semillas de materiales de café derivados del cruce entre Híbrido de Timor y Caturra al CIFC en Portugal, para tratar de tener nuevas plantas diferenciales que permitan distinguir las razas que se encuentran en Colombia. Durante el presente año en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones Paraguaicito, La Catalina, El Líbano y El Rosario, se presentó un aumento considerable en el número de plantas con presencia de roya entre los diferenciales y los derivados del cruce entre el Híbrido de Timor y la variedad Caturra, demostrando que sigue avanzando geográficamente la dispersión de nuevas razas del patógeno en el país. En el invernadero se tienen 26 aislamientos de *H. vastatrix* que se incrementan en plantas de la variedad Caturra. Mediante marcadores moleculares se ha observado que estos aislamientos presentan una gran diversidad genética, resultado similar al reportado en Brasil.

**Caracterización de especies de *Phoma* asociadas al cultivo del café.** Debido a la importancia que tiene la muerte descendente en diferentes cafetales de Colombia y al poco estudio realizado sobre el agente causal de dicha enfermedad, se evaluaron aislamientos de *Phoma* obtenidos a partir de tejidos con síntomas de muerte descendente y de "chamusquina". Se encontró similitud entre las morfologías macro y microscópica analizadas y lo reportado en la literatura para este género. Mediante microscopía electrónica de transmisión en hojas afectadas con muerte descendente se observó la formación de tilosas, como respuesta por parte de la planta ante el ataque del patógeno. La caracterización

molecular de 22 aislamientos, utilizando las secuencias de los espaciadores de transcripción internos ITS1 e ITS2 de los genes ribosomales, confirmó su pertenencia al género *Phoma*, lo que sugiere la especie en algunos de ellos. Con estos 22 aislamientos se realizó un análisis filogenético comparándolos con accesiones del GenBank resultantes de un análisis previo de BLASTn. Sin embargo, no se encontró homología entre estos aislamientos con la especie reportada para café en Centroamérica, *Phoma costarricensis*. Se concluye que en Colombia existe un complejo de especies asociadas a muerte descendente en café.

## IV. FISIOLÓGIA DEL CAFETO

**Determinación de la relación genética entre características de floración y fructificación con el rendimiento en una población F2 de *Coffea arabica* L. (Caturra x CCC 1146). MEG 1410.** El estudio pretende identificar las variables de floración y/o fructificación que permitan la selección temprana de plantas de café por producción. Éste se lleva a cabo en 334 plantas pertenecientes a la población F2, con la cual se está realizando el estudio de marcadores moleculares, dentro del proyecto de construcción del mapa genético tetraploide de *C. arabica* L. Se ha realizado un análisis descriptivo para los datos de cada fecha de evaluación y cada una de las variables medidas, empleando el método de conglomerados de Ward, el cual permitió agrupar a los individuos de la población en cuatro grupos con características similares. Los individuos dentro de cada conglomerado se caracterizan por tener un valor de tendencia central igual, conocido como centroide, que es diferente estadísticamente al centroide de los otros conglomerados. Para el caso de la población bajo estudio, no se observó que los conglomerados tuvieran relación con alguna característica específica de la población, como el porte, ya que cada conglomerado estuvo conformado por individuos dispersos en toda la población; sin embargo, es interesante el hecho que las diferencias entre los centroides de los cuatro conglomerados fueron considerables, lo que probablemente podría evidenciar diferencias en el comportamiento fenológico de los individuos para un mismo tiempo de muestreo.

Se empleó un modelo que permitió realizar la descomposición de varianzas de cada uno de los individuos de la población, estimando la proporción del

valor genético, ambiental y fenotípico, de cada una de las variables evaluadas. Para ello se utilizó un método de estadística bayesiana basado en el algoritmo de Gibbs, un procedimiento de integración numérica tipo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), empleado para generar muestras aleatorias de distribuciones conjuntas *a posteriori*, mediante muestreo y actualización de distribuciones condicionales *a priori*, en el que la inferencia se basa en la distribución marginal posterior de cada uno de los componentes de varianza. Este modelo fue programado utilizando el software estadístico R.

Con el modelo mencionado se estimó la heredabilidad en sentido amplio ( $h^2$ ), de las variables fenológicas medidas para los individuos de la población F2 y sus parentales.

**Determinación de la relación genética de la producción con algunas características morfológicas y fotosintéticas en una población F2 de *Coffea arabica* L. (Caturra x CCC1146). MEG 1411.** El estudio pretende determinar las características morfológicas, de anatomía fotosintética y de bioquímica fotosintética con las cuales se pueda hacer selección precoz de plantas de café por producción. Se estimaron las heredabilidades de las variables morfológicas y de producción. La heredabilidad se puede definir como la proporción de la variación fenotípica observada, debida a causas genéticas. Es decir, cuánto de la diferencia fenotípica entre dos individuos o familias es debida a causas estrictamente genéticas. Las características que presentaron alta heredabilidad, es decir, superior al 0,5, fueron número de cruces, altura, grado de compactación (No. cruces/altura), diámetro del tallo a 10 cm del suelo, longitud de entrenudos en el tallo y en las ramas y producción parcial del primer año. Todas estas variables, con excepción del diámetro de tallo y la producción parcial, son dominadas por el gen Caturra. Cuanto mayor sea la heredabilidad, el fenotipo describe más fidedignamente al genotipo. El rango de la heredabilidad varía entre 0 y 1 (0 y 100%). Una heredabilidad cercana a uno garantiza que los genotipos seleccionados son efectivamente superiores.

Caracteres como el diámetro del tallo han sido empleados como variables para selección de genotipos, trabajos como el de Walyaro (1983), donde se obtuvo un índice de selección por producción para café utilizando el diámetro del tallo a los 10 cm y la producción parcial de los tres primeros años, corroboran estos resultados.

## V. TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS PARA LA COSECHA Y BENEFICIO DEL CAFÉ

**Analizador óptico para frutos de café. ING 0155.** Se evaluó el clasificador hidráulico de tolva y tornillo sinfín con un tornillo adicional que separa el material de menor densidad, con eficacias de separación del material de menor densidad de hasta 97,6% . También se adecuó y se ensambló con el clasificador hidráulico, un dispositivo de doble banda inclinada para separar los frutos en racimos presentes en la masa, con eficacias de hasta el 94%; este sistema continúa en evaluación con el fin de lograr el 100% de eficacia. Finalmente, se ha evaluado el dosificador individual de frutos, se han realizado varios ajustes y hasta el momento se ha logrado una dosificación de 40 frutos/segundo, sin presentar atascamientos ni daño mecánico a los frutos, cercano a las especificaciones de diseño de 50 frutos/segundo (Figura 58).

Se desarrolló un método para calibrar el dispositivo de visión, que permite relacionar las variables respuesta del sensor de color con valores reales estándar de color y se han obtenido constantes de color propias de cada fuente luminosa, utilizadas en la investigación. Con estas constantes se reconstruyó el color leído por el sensor sobre una superficie de un fruto de café.

Debido a la forma convexa del fruto y a la potencia luminosa de la fuente, la imagen reconstruida de la información RGB entregada por el sensor, mostró colores muy oscuros, por lo que fue necesario determinar ajustes por distancia entre el fruto y la lente, para reconstruir el color reflejado por un fruto de café.

Se construyó un prototipo denominado AICAF (analizador identificador de frutos de café), el cual identifica frutos de café en los estados: inmaduro, pintón, maduro y sobremaduro. se desarrolló un nuevo algoritmo que utiliza el espacio de color HSV (hue, saturation, value), más robusto que los años anteriores, RGB. La identificación del estado de madurez de los



**Figura 58.**

Imagen virtual de la máquina separadora de frutos de café por color, desarrollada en Cenicafé.

frutos de café fue realizada sobre el plano formado por las variables HS, esta relación muestra gran robustez por cambios en las condiciones de iluminación, humedad y distancia del fruto al foco. Todos los algoritmos de identificación desarrollados fueron implementados en un sistema embebido, independiente del computador, y se probó la identificación de dicho algoritmo en frutos de café en movimiento a diferentes velocidades.

En la evaluación del prototipo AICAF se observaron eficacias de identificación de frutos en los estados antes mencionados hasta del 100%, sin ser afectadas por la velocidad de los frutos. Se observó que la eficacia de identificación es afectada por la proporción de frutos inmaduros en la muestra a evaluar, con valores desde 52%, debido a que la mayor proporción de estos frutos son identificados como pintones. En promedio, la eficacia de identificación y la repetibilidad fueron superiores al 90%.

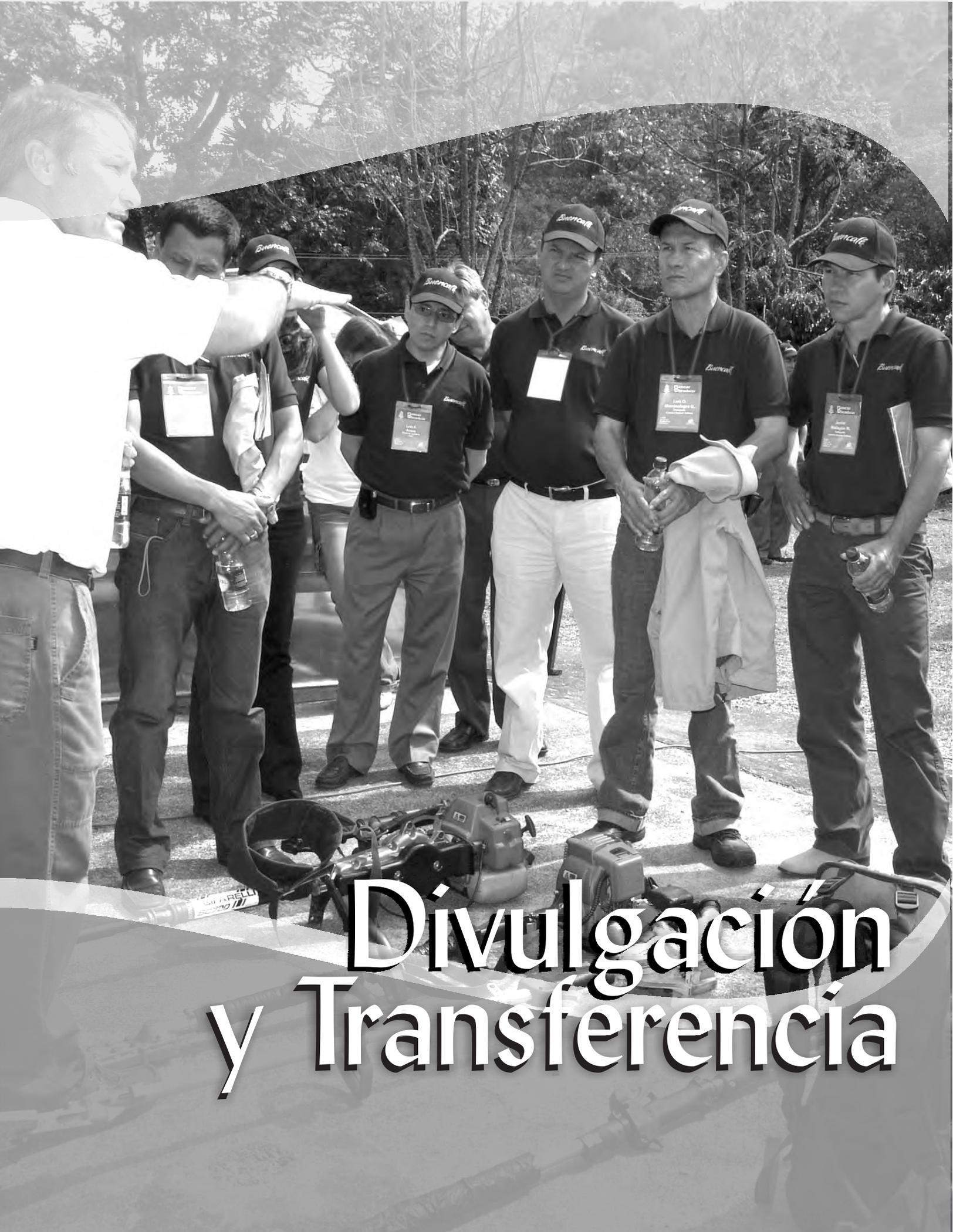
Se realizó un estudio detallado al sistema de dosificación uno a uno, por discos, con el fin de determinar el mejor sistema de separación de frutos y la implementación del mismo. Se analizó, diseñó y construyó un sistema

electrónico autónomo, que permite implementar algoritmos previamente desarrollados, además de nuevas necesidades, como interfaces con usuario y control para el sistema de separación.

Para realizar la separación de los frutos de café después de clasificarlos, se consideraron diferentes opciones de las cuales, por medio de análisis matemático y experimental, fue seleccionada la opción más adecuada para la aplicación, posteriormente fue implementada y al momento de este informe se encuentra en evaluación.

El sistema embebido desarrollado permite hacer autónomo el sistema de identificación. Para el desarrollo de este sistema se seleccionó del mejor dispositivo, realizando un análisis de las necesidades. El sistema embebido realiza cuatro funciones: identificación, calibración, visualización y separación.

Una vez seleccionado el sistema de separación y programado el sistema embebido, se realizan actividades de investigación con el fin de lograr un ensamble satisfactorio de las dos etapas en un solo módulo de clasificación-separación.



# Divulgación y Transferencia

# I. DOCUMENTACIÓN

En esta vigencia se compiló y editó, conjuntamente con la Disciplina de Sistemas, el disco compacto: Información Científica y Técnica producida por Cenicafé 1998 – 2008, el cual se realizó para conmemorar los 70 años de la creación de Cenicafé. Esta publicación permite consultar, no sólo los resúmenes, sino además los textos completos de los Avances Técnicos, artículos publicados en la Revista Cenicafé y en otras publicaciones periódicas. Se incluyeron 2.549 registros.

Como en años anteriores, se registró un incremento en el uso de las bases de datos que se encuentran en el portal [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org), con 2.465 visitas y 9.676 consultas, lo que representa un incremento del 22,57% y 15,5%, respectivamente, con relación al año 2007. La base de datos sobre café fue la más consultada. El 30% de las personas que consultaron fueron estudiantes, seguido de profesionales, con el 19%. A esta base de datos se agregaron 2.200 nuevos registros, completando 35.500 referencias con sus respectivos resúmenes. Se clasificaron 318 libros nuevos, de los cuales 167 se recibieron por compra y 151 por canje y donación. Las revistas se han constituido en elementos importantes de la información y herramientas valiosas para la investigación en todos los campos, debido a su alto grado de actualidad, siendo uno de los principales canales para la divulgación de la información científica. Por estas razones es que se tiene un cuidado especial en la selección y cada año se destina una partida presupuestal para este fin, renovándose la suscripción a 105 títulos de revistas internacionales. Durante esta vigencia se atendieron 4.320 usuarios, que realizaron 6.334 consultas y prestaron 2.859 documentos.

# II. SISTEMAS

**Elaboración del disco compacto conmemorativo de los 70 años de Cenicafé con Greenstone en conjunto con Documentación (Resúmenes Analíticos 1998-2008).** Mediante el software de uso libre GreenStone 2.80 se produjo el disco compacto conmemorativo de los 70 años de Cenicafé, el cual recopila un total de 2.549 registros de información bibliográfica sobre la producción científica y técnica de Cenicafé en los últimos 10 años.

## Actualización del Portal de Cenicafé.

- Módulo Cartilla Cafetera
- Módulo Cenicafé académico, incluido como referente en el servicio de [google.com](http://google.com).

**Puesta en marcha del Nuevo Sistema de Tickets para Sistemas.** Implementado con el propósito de realizar seguimiento y evaluación al servicio prestado en cualquier área del Centro, ha registrado entre el 20 de diciembre de 2007 y el 30 de septiembre de 2008, alrededor de 1.187 solicitudes de sistemas en diferentes categorías. Se espera hacer extensivo este sistema a la sección de mantenimiento y servicios en el año 2009.



Figura 59. Cartilla Cafetera



▪ **SIGA. Implementación del módulo de Trámite de Investigaciones (etapa de afinamiento).**

El nuevo sistema de trámite de investigaciones incorpora elementos que permiten registrar minuciosamente todas las actividades que se realizan desde el momento en el que se concibe una idea hasta que se lleva a cabo. Este nuevo sistema incluye las siguientes funcionalidades:

- Identificación numérica de investigaciones, lo cual permite el almacenamiento de hasta diez mil millones de investigaciones.
- Formato para el código interno de investigación configurable bajo expresión regular.

Actualmente se utiliza la convención DISPPH (Disciplina, Proyecto, Investigación) lo cual permite definir hasta 99 proyectos y 99 investigaciones por proyecto en cada disciplina. Con la configuración propuesta del formato, se pueden utilizar hasta cinco caracteres para la disciplina, tres dígitos para el proyecto y tres dígitos para la investigación, es decir, hasta 998.001 investigaciones por disciplina; no obstante, el campo permite configurar hasta 255 caracteres alfanuméricos para la disciplina, proyecto, investigación.

- Trámite de perfiles.

El sistema incorpora la formulación y trámite de los perfiles de investigación bajo el mismo sistema.

- Identificación del personal por cédula de ciudadanía.
- Ampliación de los formatos de fecha al estándar año, mes, día.
- Inclusión de la fecha de creación y sustentación de un proyecto o investigación.
- Inclusión de Áreas Clave por proyecto o investigación.
- Notificación por eMail de las actividades de trámite pendientes.
- Delegación de responsable de actividades de trámite pendientes.
- Seguimiento y control de cambios realizados a la formulación de un proyecto o investigación.

- Inclusión de anotaciones o comentarios a los componentes de la formulación de un proyecto o investigación.

- Generación automática del formato pdf de un proyecto o investigación.

- Administración de archivos soporte de la formulación.

- Inclusión de imágenes, documentos y otros tipos de archivo, como parte documental de los materiales y métodos o el diseño esquemático de un proyecto o investigación.

- Inclusión de la entidad (persona natural o jurídica) que requiere el proyecto o investigación.

- Generación gráfica de estadísticas.

**Implementación del sistema de formulación asistida de investigaciones (etapa de afinamiento).** Sistema que permite a cualquier investigador autorizado, formular sus propias investigaciones para revisión, trámite ante Comité y aprobación final con posibilidades de incluir archivos e imágenes.

**Implementación del sistema de consulta de investigaciones (etapa de afinamiento y pruebas).** Consulta avanzada por fecha, vigencia, disciplina, tipo de investigación y estado o palabra clave de la base de datos del plan de investigación de Cenicafé.

**Estudio del dotProject y del phpprojekt para implementar el cronograma de actividades dinámico para el SIGA.** En la etapa de formulación y seguimiento de una investigación, es necesario contar con una herramienta que permita definir las actividades a realizar en un proyecto o investigación, las cuales por su dinámica son cambiantes, lo que hizo necesario estudiar en el mercado del software libre, alguno que cubriera esta necesidad. A la fecha, se tiene previsto implementar el dotProject como el manejador de las actividades, bien sea como un módulo adicional del SIGA o en su reemplazo lo cual exigiría incluir los módulos del SIGA.

**Desarrollo del Módulo de Personal del SIGA.** Sobre el módulo de personal, se recibió por parte de la Sección de Personal un documento con los requerimientos



Figura 62 Menú del proceso de trámite de investigaciones

Formulario 'Básicos' para el perfil 400000004:

- Código de Perfil:** 400000004
- Código de Investigación asociado:** 000000004 - Disciplina 000 desconocido(a)
- Tipo:** SIS
- Título:** Ingrese el título del perfil...
- Responsable:** Administrador
- Prendad:** 1 año
- Requerido por:** 1-0: Evaluación
- Fecha Prevista de Inicio:** 2008-10-14
- Fecha Prevista de Finalización:** 2008-10-14
- Fecha de Creación:** 2008-10-14
- Estado actual:** 0: Propuesta
- Última actualización:** 2008-10-14 10:49:15
- Áreas clave:** N/A

Operaciones: 1.1-Diligenciar/Consultar Perfil

Botones: Nuevo, Buscar por Código

Mis Actividades Pendientes en el Sistema de Trámite SIS-P05

PRF Lista de Mis Actividades Pendientes

Actividad	Pendientes	Consultar Perfil
Diligenciar/Consultar Perfil por Administrador	3	
000000003 Líder ( ) 860007536 ingrese el título del perfil...		

Figura 63. Trámite de Perfiles

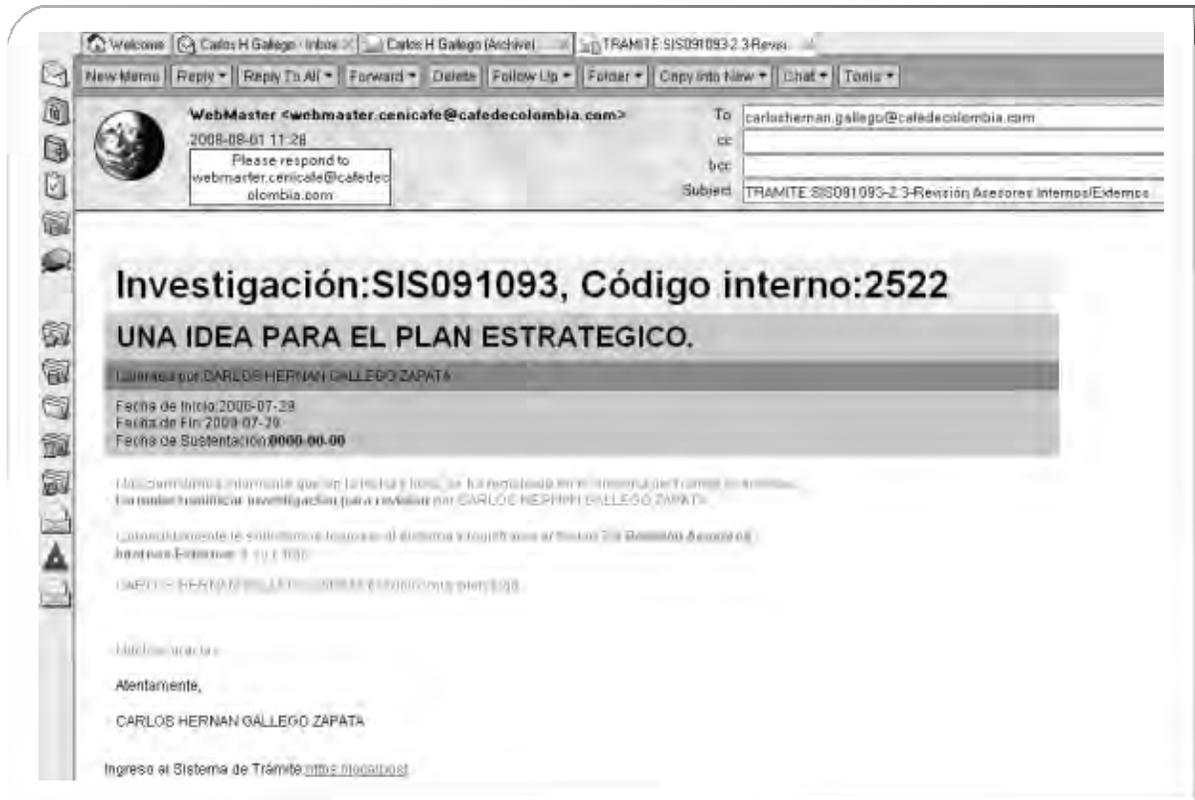


Figura 64. Notificación por email de trámites pendientes del usuario

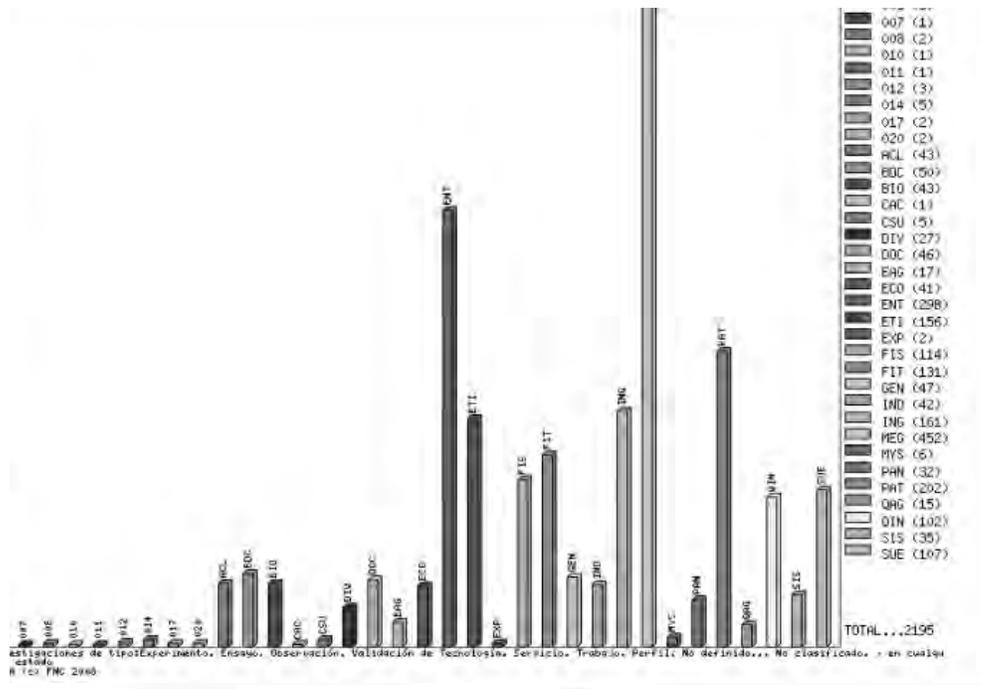


Figura 65. Estadísticas del proceso de investigación



**Figura 66.** Formulación asistida de una investigación

funcionales en forma de casos de uso y los prototipos que el usuario principal elegido esperaba del sistema. Dicho documento se depuró y se simplificó, obteniendo 72 requerimientos funcionales.

En la siguiente etapa se hizo énfasis en la fase de inicio según RUP, donde se generaron los documentos de adquisición de requerimientos, requerimientos de usuario y especificación de requerimientos de acuerdo a formatos establecidos para estos fines.

Con este punto de partida se inició, seleccionando la información general del personal como los elementos más importantes del programa, para luego diseñar e implementar esta parte. Con las especificaciones principales se diseñó la base de datos en el motor MySQL obteniendo también el diagrama Entidad Relación correspondiente y generando datos iniciales para realizar pruebas posteriores sobre el programa.

Dado que la base de datos debe accederse desde un lenguaje de programación, se mejoró el componente de software desarrollado en las pruebas con lenguajes de programación. Tal componente puede configurarse por medio de un archivo de texto denominado archivo propiedades, permitiendo así que se pueda cambiar y conectar a otro motor sin modificar o compilar nuevamente el código fuente del programa, y que puede ser utilizable en cualquier otro programa.

Sobre la conexión anterior, se están desarrollando los Objetos de Acceso a Datos (DAO – Data Access Object), los cuales ofrecen las operaciones de creación, modificación, consulta y borrado de la información contenida a la base de datos. El correcto funcionamiento de estos objetos se está comprobando mediante pruebas de unidad o programas que aseguran que los resultados de las operaciones esperados correspondan a los resultados que realmente se dan cuando se ejecuta una operación.

**Implementación de LDAP para el software Competencias y Recursos de CENIRED.** Se implementó la función que permite ingresar a este sistema con el id de usuario y la misma clave de Novell, para actualizar los datos personales y las propias competencias.

Creación de un adaptador en C# y Java de conexión a bases de datos. Con el fin de evaluar diferentes herramientas se comenzó con un proceso de prueba de lenguajes de programación y su comunicación con varios motores de bases de datos.

Se implementó en los lenguajes de programación Java, Php y C#, el Tipo Abstracto de Datos (TAD o ADT – Abstract Data Type) Lista Genérica, tomando como base las especificaciones y las implementaciones del libro Estructuras de Datos en C. de Jorge Villalobos. Luego, se diseñó una Tabla en los motores de bases de



Figura 67. Consulta de investigaciones



Figura 68. Acceso por LDAP al software de Competencias y recursos

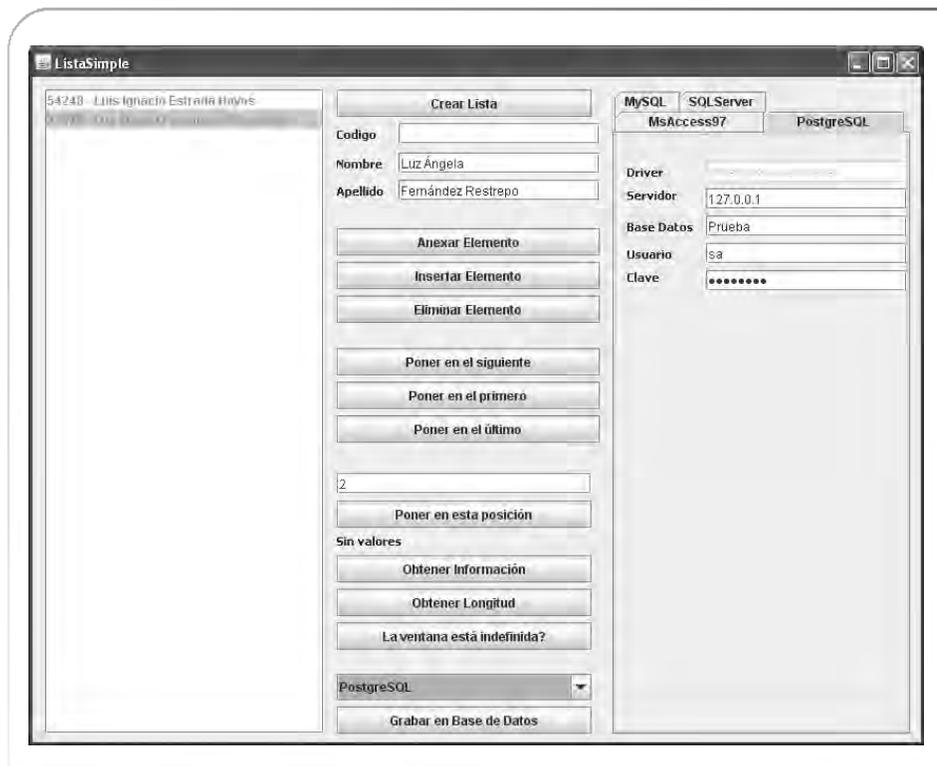


Figura 69. Interfaz gráfica de prueba

datos MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server Express Edition y Microsoft Access 97, para almacenar los datos de una persona para posteriormente implementar un objeto que representara esta información dentro del lenguaje de programación y que autogestionara su almacenamiento y recuperación en la base de datos.

Con estos elementos se creó una interfaz gráfica (Figura 69), con la cual se puede manipular una lista de objetos que representan los datos de diferentes personas y que pueden ser almacenados o consultados en las bases de datos, de manera que el motor se pueda elegir en tiempo de ejecución a partir de ciertos datos básicos de configuración.

El resultado obtenido fue principalmente un adaptador en C# y Java de conexión a bases de datos, el cual permite configurar y cambiar de motor de bases de datos en tiempo de ejecución.

### III. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

#### DIV 0100 - IMPRESOS

#### DIV 0101 - REVISTA CENICAFÉ

##### Volumen 58 - No. 2

**MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Alternativas de control químico para la prevención y manejo de la resistencia de arvenses al glifosato. Cenicafé 58(2): 91-98. 2007.**

En la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas) y dos fincas de agricultores del departamento de Caldas, se evaluaron alternativas químicas para el manejo de las arvenses *Eleusine indica*, *Erigeron bonariensis* y *Emilia sonchifolia*, reportadas como resistentes o de difícil control con glifosato. En *E. bonariensis* y *E. sonchifolia* se evaluaron ocho tratamientos, basados en la utilización de las dosis comerciales de 2,4-D amina, glufosinato de amonio, glifosato y 2,4-D amina+glifosato, con y sin adición de coadyuvante no iónico. Para *E. indica* se evaluaron seis tratamientos, basados en fluzifop-p-butyl, glufosinato de amonio y glifosato, con y sin coadyuvante. La unidad experimental tuvo un área efectiva de 12m<sup>2</sup> y se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco repeticiones. En *E. indica* se registró un control del 88% con fluzifop-p-butyl y 78% con glufosinato de amonio con la adición del coadyuvante, con glifosato éste fue menor al 60%. Los herbicidas 2,4-D amina, glufosinato de amonio y 2,4-D amina+glifosato, fueron eficientes para el control de *E.*

*bonariensis* (97, 80, 97%, respectivamente), y la adición del coadyuvante al glufosinato de amonio mejoró la eficiencia en el control de esta arvense (87%). Con glifosato se registró una eficiencia menor al 15% en el control de *E. bonariensis*. En *E. sonchifolia* se obtuvo un control > 90% con glifosato en la Estación Central Naranjal.

**Palabras clave:** Manejo integrado de arvenses, *Eleusine indica*, *Erigeron bonariensis*, *Emilia sonchifolia*, herbicidas, coadyuvante.

**MEJÍA M., C.G.; BUSTILLO P., A.E.; DUQUE O., H.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales. Cenicafé 58(2):99-110. 2007.**

El zoqueo de cafetales se recomienda para mantener las plantaciones jóvenes y productivas, y facilitar las labores de control de la broca. Sin embargo, es una práctica que ocasiona dispersión de adultos de broca. Este estudio tuvo como objetivos evaluar la estrategia de manejo de la broca durante el zoqueo de cafetales infestados, su eficacia biológica y costo. Inicialmente se evaluó un dispositivo de asistencia manual para la remoción total de frutos de café denominado Raselca, posteriormente se evaluaron las labores de manejo de broca recomendadas durante el zoqueo de cafetales infestados. Los resultados permitieron corroborar la importancia de remover los frutos durante el zoqueo, ya que los niveles de broca en los cafetales aledaños fueron mayores cuando no se recolectaron los frutos de los árboles antes de la labor. El dispositivo Raselca, por su bajo costo, podría convertirse en una alternativa viable si se mejora su eficacia, ya que no contribuyó a aumentar el volumen total recolectado ni disminuyó la cantidad de frutos dejados por árbol. La cantidad de adultos de broca capturados en trampas de alcohol permite recomendar la evaluación experimental de su uso para el monitoreo y control de poblaciones durante el zoqueo. Debido a que los costos del control de broca durante el zoqueo de cafetales infestados están principalmente representados por la remoción de los frutos, se considera que el costo de monitorear y controlar broca en los lotes vecinos y de dejar árboles trampa, no debería ser una limitación para su adopción.

**Palabras clave:** Zoqueo, Raselca, trampas de alcohol, árboles trampa, *Beauveria bassiana*, recolección.

**GRANADA D., D.; MORENO B., A.M.; GARCÍA A., J. Estudio del sistema de producción frijol relevo maíz, intercalado en zocas de café. Cenicafé 58 (2):111-121.2007.**

En un cafetal zoqueado se evaluó el sistema de producción frijol relevo maíz, para determinar si este arreglo interespecífico intercalado en zocas afectaba el crecimiento del café durante el primer año, establecer si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol se pueden sustituir por cultivares mejorados así como reemplazar los tutores artificiales, y

determinar la fecha relativa de siembra del frijol. Se evaluaron 16 tratamientos en arreglo factorial 4x3+4. Los factores fueron: el sistema de tutor con los cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y un tutor artificial, las fechas relativas de siembra del frijol (60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz-DDSM), y cuatro testigos (café, FNC-3054, ICA V-305 y maíz regional). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El sistema de producción frijol relevo maíz no afectó la longitud de tallos, número de cruces, distancia entre nudos y número de nudos del café. Se registró un rendimiento del maíz regional (5.149kg.ha<sup>-1</sup>) y la variedad ICA V-305 (4.746kg.ha<sup>-1</sup>) menor al del híbrido FNC-3054 (7.081kg.ha<sup>-1</sup>); por tanto, los materiales de maíz mejorados pueden emplearse como tutores. El promedio de la producción de frijol con el tutor de maíz fue de 941kg.ha<sup>-1</sup> conforme al promedio nacional (900kg.ha<sup>-1</sup>). La época apropiada para sembrar el frijol es a los 90 DDSM.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L., *Coffea arabica*, cultivos intercalados, frijol voluble.

**MEJÍA G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.L.; RODRÍGUEZ H., L.A. Evaluación del desempeño técnico y ambiental de un desmucilagador de café con rotor de varillas. Cenicafé 58(2): 122-133. 2007.**

Se evaluó el desempeño del desmucilagador de café con rotor de varillas para 1.000kg.h<sup>-1</sup> de café cereza (DRV-1.000) y como testigo se tuvo el desmucilagador Cenicafé (DESLIM-1.000) de igual capacidad. En ambos equipos se midió el requerimiento de potencia en operación continua, la eficacia de remoción de mucílago, el porcentaje de daño mecánico y el factor de rendimiento en trilla. Además, para el DRV-1.000 se determinaron el consumo específico de agua, la demanda química de oxígeno, los sólidos totales, los sólidos suspendidos totales y el potencial de hidrógeno en el agua de lavado. Se registraron diferencias estadísticas en la remoción de mucílago, con valores superiores a 98% para DESLIM-1.000, y entre 79,2 y 82,4% para el DVR-1.000. El daño mecánico para el DRV-1.000 estuvo entre 0,3 y 0,4%, y para el DESLIM-1.000 entre 0,8 y 1,1%. El requerimiento de potencia de los equipos fue similar y varió entre 2,5 y 2,7kW y el rendimiento en trilla fue de 93,2 y 94,8 para el DRV-1.000 y el DESLIM-1.000, respectivamente. Se registraron consumos de agua con 2, 3 y 4 enjuagues de 3,32; 5,0 y 6,64L.kg<sup>-1</sup> de café pergamino seco (c.p.s), respectivamente.

**Palabras clave:** Desmucilagado mecánico, café, beneficio ecológico, consumo específico de agua, potencia específica.

**ACEVEDO B. F.E.; NAVARRO E., L.; CONSTANTINO C., L.M.; GIL P., Z.; BENAVIDES M., P. Método rápido y económico para la extracción de ADN genómico en la broca del café y su uso en PCR. Cenicafé 58(2): 134-141. 2007.**

Se evaluaron seis métodos de extracción cruda de ADN con el objetivo de seleccionar un método rápido y económico para amplificar fragmentos de ADN genómico en la broca del café, mediante PCR convencional y PCR en tiempo real. Estos métodos fueron comparados con dos técnicas de extracción con purificación de ácidos nucleicos: *Dneasy Tissue Kit* (Qiagen Inc. Valencia, CA) y fenol cloroformo. Los tratamientos que incluyeron purificación de ácidos nucleicos y el ADN crudo extraído con los *buffers* TE y STE permitieron la amplificación de un fragmento de 208pb en la totalidad de las muestras mediante PCR; con este último además, se logró amplificar una región del gen receptor GABAA mediante PCR en tiempo real, después de precipitar las muestras con etanol. Estos métodos de extracción cruda fueron 54 veces más económicos que el *kit* de Qiagen. Se concluye que el método de extracción de ADN con el *buffer* STE permitió la extracción de ADN de calidad para PCR a partir de un solo individuo, el cual fue diez veces más rápido que los métodos convencionales y más económico que la técnica de Qiagen, por lo cual resulta especialmente útil en estudios de genética de poblaciones que involucran el uso de marcadores moleculares y el análisis de un alto número de muestras.

**Palabras clave:** *Hypothenemus hampei*, *buffer* STE, PCR en tiempo real, ácidos nucleicos.

**REALPE A., F. J.; BUSTILLO P., A. E.; LÓPEZ N., J. C. Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. Cenicafé 58(2):142-157. 2007.**

Este estudio tuvo como objetivo optimizar un sistema de cría de larvas de *Galleria mellonella* para la producción masiva de los entomonematodos *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora*. Los resultados mostraron que el ciclo de vida de *G. mellonella* es menor a medida que se incrementa la temperatura. El promedio del ciclo de huevo a adulto fue de 178, 82 y 62 días a 20, 25 y 30°C, respectivamente. La mayor mortalidad de *G. mellonella* (71,5%) ocurrió en el estado larvario. La temperatura de laboratorio más apropiada para criar *G. mellonella* es 25°C. La tasa de oviposición se evaluó bajo cuatro densidades de parejas de polillas (50, 100, 150 y 200) en jaulas cúbicas de 50cm de lado, y se encontró que la oviposición aumenta cuando se incrementa la densidad hasta 150 polillas, con las cuales se registró la mayor cantidad de huevos (60.612) y la tasa de oviposición más alta. La densidad de huevos con que se obtiene el mayor número de larvas de *G. mellonella* con menor mortalidad es de 300 huevos/300g de dieta. La producción acumulada de juveniles infectivos de los entomonematodos utilizando la trampa White modificada fue de 86.250 juveniles infectivos/larva para *S. colombiense* y 78.750 JI/larva para *H. bacteriophora*. Al almacenar los entomonematodos en agua destilada estéril a 10±2°C durante tres meses, se observaron reducciones de la viabilidad del 53% para *S. colombiense* y del 98% para *H. bacteriophora*.

**Palabras clave:** *Steinernema colombiense*, *Heterorhabditis bacteriophora*, producción *in vivo*, ciclo de vida, mortalidad.

### Volumen 58 - No. 3

**ARISTIZÁBAL A., C.; DUQUE O., H. Análisis económico del efecto de la roya en la variedad Caturra y progenies con resistencia incompleta. Cenicafé 58(3):167-184. 2007.**

A partir de los estudios en resistencia incompleta realizados en la Disciplina de Mejoramiento Genético de Cenicafé se analizó la producción de 101 progenies de Caturra por el Híbrido de Timor, de los experimentos MEG 0245, 0246 y 0247, correspondientes al período comprendido entre julio de 1999 y junio de 2003. Para tal fin, se obtuvieron las producciones y se compararon con los testigos Caturra sin control y Caturra con control. Se encontró que el 72% de las progenies producen en promedio  $84 @ .ha^{-1}.año^{-1}$  por ciclo de c.p.s. más que la variedad Caturra sin control, la cual tiene un promedio de producción de c.p.s. de  $206 @ .ha^{-1}.año^{-1}$  por ciclo. Esta mayor producción representó \$ 3.923.808, a precios del grano de mayo 10 de 2006. Para la comparación de Caturra con control y las progenies con resistencia incompleta se encontró que el 21% de las progenies fueron más productivas que este testigo. La mayor producción de c.p.s. fue en promedio de  $63 @ .ha^{-1}.año^{-1}$  por ciclo, además que no es necesario el control químico de la enfermedad, lo que representa un ahorro de recursos, y por tanto, menores costos (\$ 587.660  $ha.año^{-1}$ ). Las pérdidas en producción asociadas a la enfermedad se estimaron en un 21%.

**Palabras clave:** Presupuestos parciales, control de la roya, producción, reducción de costos.

**VERA M., L.Y.; GIL P., Z.N.; BENAVIDES M., P. Identificación de enemigos naturales de *Hypothenemus hampei* en la zona cafetera central colombiana. Cenicafé 58(3):185-195. 2007.**

Se realizó un estudio exploratorio en 21 fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, con el fin de hacer un reconocimiento de parasitoides, depredadores y entomopatógenos naturales de la broca. En cada finca se recolectaron, tanto del árbol como del suelo, 400 frutos infestados en diferentes estados de maduración. El 70% de los frutos se disecaron y el 30% restante se dejaron en observación, para recolectar depredadores y parasitoides de la plaga. Los insectos se colocaron en cajas Petri con diferentes estados de la broca para comprobar su acción depredadora o parasítica, los entomopatógenos se identificaron mediante observación en el campo y aislamiento en medios de cultivo. *Prorops nasuta* se encontró en el 66,6% de los sitios muestreados. Se destacan *Monanus* sp. y *Crematogaster* sp., con porcentajes de depredación por encima del 60%, y fueron encontrados en el 95,2% y 66,6% de los sitios muestreados, respectivamente. Otros depredadores encontrados pertenecen a los órdenes Hemiptera, Dermaptera y los géneros *Solenopsis*, *Wasmannia*

y *Brachymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Se registraron los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Hirsutella* sp. atacando adultos de broca; *B. bassiana* también se encontró infectando larvas al interior de los frutos. Se resalta el hongo *Beauveria bassiana* como el enemigo natural más importante de la broca el café en el campo y por primera vez se reporta la acción del hongo sobre estados inmaduros de la broca al interior de los frutos.

**Palabras clave:** Depredadores, parasitoides, entomopatógenos, manejo integrado, broca del café.

**PEÑUELA M.,A.E.; DUQUE O., H.; DUSSÁN L.,C. Impacto económico del proyecto de café especial “La Vereda”, en el municipio de Riosucio, Caldas. Cenicafé 58(3):196-215. 2007.**

Con el objeto de determinar el impacto económico del proyecto de café especial “La Vereda”, producido en Riosucio, Caldas, por caficultores de la comunidad indígena Embera-Chamí, se realizó la conformación de flujos de fondos y la estimación del Valor Presente Neto de la actividad económica. Para conocer las principales características socioeconómicas y de los sistemas de producción de los caficultores, se encuestaron 100 productores. Para describir el impacto social en los aspectos de educación y calidad de vivienda se estableció un grupo control compuesto por caficultores de la zona que no pertenecen al proyecto. Los indicadores sociales mencionados se compararon descriptivamente entre el grupo control y los caficultores de “La Vereda” (grupo tratamiento). Se identificó que se ha generado un impacto económico positivo, con ingresos brutos adicionales de \$ 1.910.407.265 por la venta del café especial, entre 1999 y el 2005. Los ingresos adicionales recibidos por cada familia durante este período estuvieron entre el 8 y el 39%, calculados con el diferencial del precio entre el café especial y el café convencional. Las inversiones sociales con los ingresos adicionales recibidos han permitido mejorar el nivel de escolaridad de la población estudiantil y la calidad de sus viviendas.

**Palabras clave:** Flujo de fondos, actividad económica, inversiones sociales.

**LEAL V., L.A.; SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN KH., S. Pérdidas de nitrógeno por volatilización en cafetales en etapa productiva. Cenicafé 58(3):216-226. 2007.**

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 semiabierto 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 tres parámetros" ( $r^2 > 0,996$ ) 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.

**Palabras clave:** Zona cafetera central, Andisoles, café, urea.

**QUIROZ M., T.; HINCAPIÉ G., E. Pérdidas de suelo por erosión en sistemas de producción de café con cultivos intercalados. Cenicafé 58(3):227-235. 2007.**

Para determinar el efecto de los cultivos transitorios intercalados con café sobre la degradación de los suelos, se realizó un experimento en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), en 24 predios de escorrentía. Se evaluaron ocho tratamientos con tres repeticiones, consistentes en cultivos transitorios de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y yuca (*Manihot sculenta*), intercalados entre las zocas de café, con y sin manejo integrado de arvenses (MIA), y dos tratamientos con café en monocultivo, con y sin manejo de arvenses. Se establecieron dos ciclos de cultivos de maíz y frijol y uno de yuca, y se estimaron la escorrentía y las pérdidas de suelo por erosión. Durante los diez meses de evaluación, las menores pérdidas de suelo se presentaron en el tratamiento café intercalado con maíz y MIA (1,16t. ha<sup>-1</sup>), mientras que los mayores valores se registraron en el tratamiento de café intercalado con frijol y suelo desnudo (4t. ha<sup>-1</sup>). En los tratamientos de yuca intercalada con café, las pérdidas fueron similares a los demás tratamientos, pero éstas se incrementaron después de la cosecha, y superaron a los demás tratamientos. En general, las pérdidas de suelo fueron menores en los tratamientos con MIA, y el flujo de agua por escorrentía no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. De acuerdo con estos resultados es posible reducir la erosión a niveles tolerables, con el establecimiento de cultivos intercalados con el café y el MIA.

**Palabras clave:** Maíz, frijol, yuca, café, escorrentía, manejo integrado, arvenses.

**GUZMÁN P., O.A.; RIVILLAS O., C.A. Relación de *Glomus manihotis* y *G. fasciculatum* con el crecimiento de plantas de café y la severidad de la mancha de hierro. Cenicafé: 58(3):236-257. 2007.**

Chapolas de la variedad Caturra y la Línea CX2720 se inocularon con *G. manihotis* o *G. fasciculatum* y se sembraron en un sustrato estéril (Turba+Lapilli). Sesenta días después de haber inoculado las dos especies de Micorrizas Arbusculares (MA), se inoculó *C. coffeicola* en tres tiempos de inoculación

(90, 120 y 150 días después de asociadas las plantas con las MA). La concentración del hongo patógeno fue de 15.000 conidios/mL de agua aplicado mediante el sistema de aspersión. El efecto de las variedades (2) y los tiempos de inoculación del hongo patógeno (3) se evaluó mediante un diseño completamente aleatorio en arreglo factorial 2 X 3 + 6 testigos. Las plantas asociadas con cada una de las MA, antes y después la inoculación con *C. coffeicola*, no presentaron diferencias estadísticas en la colonización de las raíces y en la biomasa, pero sí mostraron esas diferencias significativas con respecto a los testigos. Igualmente, esas plantas presentaron menores tasas de desarrollo de la mancha de hierro en relación con los testigos. En las plantas asociadas con *G. manihotis* o *G. fasciculatum* e inoculadas con *C. coffeicola*, la severidad y las hojas caídas en la variedad Caturra tuvieron un valor de 10,3% y 38 hojas, y en la Línea CX2720 este valor fue de 7,35% de severidad y 13 hojas caídas. Estas plantas fueron estadísticamente diferentes a los testigos que presentaron una severidad de 100% en la variedad Caturra y 67,37% en la Línea CX2720, con 40 hojas caídas para ambas variedades. El período de incubación (PI) de *C. coffeicola* en las plantas tratadas con las MA en los tres tiempos de inoculación fue de 19 días, lo que indica que no hubo efecto del tiempo de la asociación de las micorrizas con la presencia del hongo patógeno.

**Palabras clave:** *Cercospora coffeicola*, período de incubación, Micorrizas Arbusculares, severidad, *Coffea arabica*.

**Volumen 58 - No. 4**

**CEBALLOS F., A.J.; LÓPEZ R., J.A. Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. Cenicafé 58(4): 265-292.2007.**

En semillas de *Alnus acuminata* (aliso), *Guarea guidonia* (cedrillo), *Juglans neotropica* (cedro negro), *Retrophyllum rospigliosii* (chaquiro) y *Cordia gerascanthus* (solera) se evaluó la calidad bajo tres temperaturas de almacenamiento (4°C, 12°C y ambiente), durante seis meses. Las semillas se recolectaron en fuentes previamente identificadas, y se les determinó la pureza, el peso y el contenido de humedad (CH). Para establecer los diferentes tratamientos de almacenamiento, se agruparon en rangos de CH preestablecidos, y se almacenaron en distintos empaques herméticos, de acuerdo con el rango de humedad. Finalmente, se ubicaron en los cuartos fríos y en una bodega para evaluarlas en distintas temperaturas. Antes de realizar las pruebas de germinación, en cada período de evaluación, se aplicaron por cada especie dos tratamientos pregerminativos. Al inicio, al tercer y al sexto mes se evaluaron: porcentaje de germinación, vigor germinativo, número de días en lograr la germinación total y viabilidad de la semilla. Se observó que hasta los seis meses de almacenamiento las semillas de aliso, solera y cedrillo mantuvieron constante el porcentaje de germinación cuando se conservaron a 12°C, y además, el tratamiento pregerminativo aplicado incidió en el vigor germinativo. Las semillas de cedro negro conservaron

los porcentajes de germinación cuando se almacenaron a 4°C, y aumentaron su velocidad de germinación cuando se escarificaron antes de la siembra. Las semillas de chaquiro se conservaron adecuadamente a 12°C.

**Palabras clave:** Temperatura, contenido de humedad, tratamiento pregerminativo, porcentaje de germinación, vigor germinativo.

**CÁRDENAS R., A.B.; VILLALBA G., D.A.; BUSTILLO P., A.E.; MONTOYA R., E.C.; GÓNGORA B., C.E. Eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Cenicafé 58(4): 293-303. 2007.***

En el laboratorio y el campo se evaluó la mortalidad de la broca del café, causada por siete cepas del hongo *Beauveria bassiana*, una mezcla de cepas de alta virulencia y otra de cepas de baja virulencia. En el laboratorio se estimó el porcentaje de mortalidad del insecto, infectando brocas con suspensiones del hongo de 1x10<sup>6</sup> esporas/mL. En el campo se emplearon parcelas de 25 árboles con diez repeticiones, distribuidas bajo un diseño completamente aleatorio. Por parcela se seleccionó un árbol y de éste una rama con 50 frutos, sobre las cuales se realizaron infestaciones artificiales del insecto. Después de 24h, las ramas infestadas se asperjaron empleando una dosis de 2x10<sup>7</sup> esporas/rama de cada tratamiento. Después de 30 días, se evaluó la mortalidad de los insectos mediante la disección de los frutos. En el laboratorio la mayor mortalidad se obtuvo con la mezcla de cepas de baja virulencia (100%) y la menor, con la cepa Bb9024 (53,3%). En el cafetal se registró la mayor mortalidad con la mezcla de cepas de baja virulencia (66,6%) y la menor con la cepa Bb9020 (53,1%), entre las cuales hubo diferencias estadísticas, pero no con el resto de los tratamientos. Se concluye que con la mezcla de cepas de baja virulencia se obtienen mayores porcentajes de mortalidad. La mezcla de cepas de alta virulencia se comportó de una manera diferente en el campo, lo cual implica interacciones desconocidas con el medio ambiente.

**Palabras clave:** Patogenicidad, *Hypothenemus hampei*, diversidad, sinergismo, antagonismo, control biológico, entomopatógenos.

**SÁNCHEZ C., L.M.; BOTERO E., J.E.; VÉLEZ, J.G. Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. *Cenicafé 58(4): 304-323.2007.***

Se estudiaron la estructura y diversidad florística de los sombríos en cafetales de El Cairo (Valle del Cauca), Tâmesis (Antioquia) y Páramo, Pinchote, Socorro y San Gil (Santander). En cada localidad se instalaron 32 parcelas de 200m<sup>2</sup> donde se contaron e identificaron los individuos de hábito arbóreo. Se encontraron 48 especies de plantas, la mayoría nativas, e incluso algunas clasificadas como de

interior de bosque. Los contrastes en origen y manejo han llevado a sombríos diferentes, en cada localidad. Se destacan los cafetales de Santander por tener sombríos más densos, diversos y heterogéneos, mientras que en El Cairo y Tâmesis están altamente dominados por una o dos especies. En Santander se cumplen la mayoría de requisitos para acceder a las certificaciones ambientales, mientras que en las otras dos localidades son necesarios procesos de enriquecimiento de los sombríos con especies forestales nativas. Aunque se encontró una alta variabilidad en algunos de los parámetros medidos de estructura y diversidad, para desarrollar el potencial de los sombríos como herramienta de conservación es necesario que en cada región se acumulen muchos lotes con las características deseadas. Los incentivos necesarios para estas transformaciones pueden surgir de valoraciones adecuadas del aporte que hacen los sombríos diversos y heterogéneos a la conservación de la biodiversidad en las zonas cafeteras del país.

**Palabras clave:** Cafébajosombra, biodiversidad, certificaciones ambientales, Antioquia, Santander, Valle del Cauca.

**ESCOBAR O., C.; CRISTANCHO A., M. Estudio de metodologías para la conservación de urediniosporas de la roya del cafeto. *Cenicafé 58(4): 324-332.2007.***

La roya anaranjada del cafeto (*Hemileia vastatrix*) es un parásito biotrófico que no ha sido posible cultivar *in vitro*, lo cual obliga al mantenimiento de aislamientos puros mediante ciclos continuos de inoculaciones en plantas susceptibles, que pueden afectar las características fenotípicas y genotípicas presentes en las poblaciones silvestres. Por esta razón se requieren sistemas de almacenamiento que preserven de manera eficaz y duradera la viabilidad y capacidad infectiva de urediniosporas de roya, recolectadas en el campo. Con este propósito se evaluó el efecto de tres temperaturas (4°C, -80°C y -196°C) para la conservación de urediniosporas y se determinó que las alternativas más promisorias son la congelación a -80°C y -196°C, las cuales permiten mantener un alto índice de viabilidad con porcentajes de germinación de 51 y 49% después de 304 y 366 días, respectivamente. En cuanto a la capacidad infectiva, se determinó que hasta el día 252 para -80°C y 320 para -196°C, el período de incubación fue de 14 a 17 días y el período de latencia fue de 28 a 31 días, datos que al ser comparados con el testigo (inóculo fresco) permiten proponer estas metodologías de conservación para su uso permanente en el laboratorio.

**Palabras clave:** *Hemileia vastatrix*, viabilidad, infectividad, métodos de conservación.

**MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P Evaluación del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*, controladores de *Hypothenemus hampei*, en Colombia. *Cenicafé 58(4): 333-339.2007.***

Una de las estrategias fundamentales del programa de manejo integrado de la broca del café es el control biológico. Este incluye a los parasitoides que han coevolucionado con la broca en su sitio de origen. Hasta el año 2000 se liberaron en Colombia alrededor de 2.000 millones de individuos de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y cerca de 500 millones de *Prorops nasuta* Waterston. Con el propósito de determinar el establecimiento de estos parasitoides, después de 15 años del inicio de sus liberaciones, se recolectaron muestras de café infestado por broca en 80 fincas de 17 municipios de los departamentos de Nariño, Quindío, Risaralda, Caldas y Norte de Santander. No se encontró *C. stephanoderis* en las muestras evaluadas, mientras que *P. nasuta* se registró en todos los departamentos en el 65% de las fincas, en un intervalo altitudinal entre 1.150 y 1.840m. Se destacan los resultados obtenidos en el departamento de Nariño, donde este parasitoide se encontró en todas las fincas con parasitismos hasta del 50%. Se demuestra que *P. nasuta* fue superior en su capacidad de adaptación a las condiciones del ecosistema cafetero colombiano, estableciéndose y contribuyendo al control natural de poblaciones de broca en el campo.

**Palabras clave:** Control biológico clásico, broca del café, establecimiento de parasitoides, avispa de Uganda, avispa de Costa de Marfil.

**CRISTANCHO A., M.; ESCOBAR O., C.; OCAMPO, J.D. Evolución de razas de *H. vastatrix* en Colombia. Cenicafé 58(4): 340-359.2007.**

Se estudió la evolución de la roya del cafeto en materiales susceptibles a la enfermedad, en derivados del Híbrido de Timor y en plantas diferenciales en Colombia; también se investigó la diversidad genética del patógeno por medio del análisis de secuencias de ADN ribosomal. Este estudio permitió observar el incremento de plantas en el campo susceptibles a la enfermedad a través de los años. La identificación de roya en ciertos materiales diferenciales desarrollados en el CIFIC confirma la presencia de la raza XXIX en Colombia o una raza con un genotipo muy similar. El análisis de agrupamiento de las regiones ITS1, 5.8S e ITS2 de *H. vastatrix* aislados de materiales de las variedades Caturra y Colombia, reveló la diversidad genética de las razas de roya en Colombia. La secuencia encontrada con mayor frecuencia en la población estudiada está distante de las secuencias de las razas II y XXII, por tanto se presume que el tiempo que han permanecido estas razas en el país ha permitido su diversidad en nuevas razas. Los resultados confirman que *H. vastatrix* es un hongo con una alta tasa de mutación, con una alta probabilidad de adaptación para superar los genes de resistencia de su hospedero.

**Palabras clave:** Roya del cafeto, virulencia, incidencia de roya, diversidad genética, ADN ribosomal, marcadores ITS.

## Volumen 59 - No. 1

**MARÍN G., C.; PUERTA Q., G.I. Contenido de ácidos clorogénicos en granos de *Coffea arabica* L. y *C. canephora*, según el desarrollo del fruto. 2008**

Con el objetivo de conocer las diferencias en la composición química del café de Colombia, se determinaron los ácidos clorogénicos totales (CGAT) por espectrofotometría, y los ácidos clorogénicos individuales y sus ésteres, mediante cromatografía (HPLC). Se analizaron granos de *Coffea arabica* de las variedades Colombia, Caturra, Típica y Borbón, y de *C. canephora* var. Robusta, recolectados en diferentes semanas después de la floración procedentes de cultivos experimentales procedentes de Chinchiná. En promedio, el café arábica maduro presentó 6,23% de CGAT y el Robusta 8,88%, contenidos que fueron estadísticamente diferentes. No hubo diferencias estadísticas entre los contenidos de CGAT para los granos de *C. arabica*, según los estados de desarrollo del fruto. Se cuantificaron los ácidos 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA; 3,4-di-CQA, 3,5 di-CQA y 4,5- di-CQA; 4 y 5-FQA; el ácido caféico y los ácidos orto y para cumáricos. En las variedades de *C. arabica* los CQA representaron el 95% de los CGAT, los di-CQA del 2,1 al 2,7% y los FQA del 0,83 al 1,64%. Las diferencias fueron estadísticamente significativas entre las variedades de café arábica con Robusta para los promedios de los di-CQA, el 3-CQA y el total de 4 y 5-FQA. Sin embargo, el contenido de los ácidos clorogénicos no permite una discriminación inequívoca entre los factores genéticos, ni de madurez del café.

**Palabras clave:** Café, composición química, cromatografía líquida de alta eficiencia, espectrofotometría.

**FARFÁN V., F.; BAUTE B., J. E.; GARCÍA L., J. C. Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café, en la zona cafetera norte de Colombia.**

En la zona cafetera Norte de Colombia, en la localidad de Pueblo Bello, se evaluó el efecto de la aplicación de cobertura vegetal muerta (mulch) en café, en dos sistemas agroforestales, donde los componentes arbóreos fueron *Inga edulis* y *Erythrina fusca*, plantados a distancias de 9 m x 9 m (123 plantas/ha) y café a libre exposición solar. El café fue establecido a una distancia de 1,5 m x 1,5 m (4.444 plantas/ha), en los tres casos. Los resultados indican que el promedio de la interceptación de la RFA fue del 72% con sombrío de *Inga edulis* y del 80% con *Erythrina fusca*. La cobertura vegetal muerta no tiene una implicación significativa sobre la producción. La interceptación de la RFA ejercida por *I. Edulis* y *E. fusca* afecta significativamente la producción del café. El promedio de la producción del cafetal a libre exposición solar fue 22,9% mayor que con sombrío de *Inga edulis* y 41,5% más alta que con sombrío de *Erythrina fusca*.

**Palabras clave:** Sistema agroforestal, *Coffea arabica*, *Inga edulis*, *Erythrina fusca*, sombrío, radiación fotosintéticamente activa.

### **FARFÁN V., F.; JARAMILLO R., A. Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café.**

En las Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello (Cesar) y El Tambo (Cauca), zonas cafeteras situadas al Norte y Sur de Colombia, se evaluó durante tres años el efecto de los árboles como sombrío del cafetal y de la cobertura vegetal muerta, sobre la disponibilidad de agua en suelo. Los árboles se establecieron a 9,0 m x 9,0 m (123 árboles/ha) y el café a 1,5 m x 1,5 m (4.500 plantas/ha); como cobertura vegetal muerta se empleó *Crotalaria juncea*. Se realizaron comparaciones de la humedad volumétrica registrada entre tratamientos, en cada localidad. De los análisis de varianza y las pruebas de comparación (Tukey 5%) de la información registrada en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, se pudo inferir que al comparar la disponibilidad de agua en el suelo para cada uno de los tratamientos, en todo el período de evaluaciones, se encontró que en Pueblo Bello las deficiencias hídricas se presentaron cuando se establecen cafetales bajo sombrío de *Erythrina fusca* y se cubre el suelo con cobertura vegetal muerta. En El Tambo no hubo problemas por falta de agua en el suelo, si se cultiva el café a libre exposición solar o bajo sombrío y si se aplica o no cobertura vegetal muerta.

**Palabras clave:** *Coffea arabica*, *Inga* spp., *Erythrina* spp., *Crotalaria* spp., sombrío, humedad del suelo.

### **SANZ U., J.R.; TRUJILLO G., C.M.; OLIVEROS T., C. E. Propiedades aerodinámicas de los frutos de café.**

Se determinaron las propiedades aerodinámicas: área proyectada, velocidad terminal y coeficiente de arrastre de frutos de café de la variedad Colombia de cerezas rojas y amarillas, en diferentes estados de maduración. Así mismo, se determinaron las propiedades físicas: masa específica de los frutos y masa, involucradas en el cálculo de la velocidad terminal. Los mayores valores de masa se obtuvieron con frutos maduros. La masa específica fue estadísticamente igual para los diferentes estados de maduración y para las dos variedades estudiadas. Se determinó que la velocidad terminal de los frutos maduros es un 17% mayor que la registrada en los inmaduros, lo cual puede ser aprovechado para separar estos últimos. Se encontró también que el área proyectada es mayor a medida que se tiene mayor desarrollo del fruto. En general, el coeficiente de arrastre de los frutos de café puede ser considerado relativamente bajo, y son más aerodinámicos los frutos maduros por tener una superficie menos rugosa.

**Palabras clave:** Área proyectada, velocidad terminal, coeficiente de arrastre, masa, masa específica.

### **MARTÍNEZ C., V.M.; SANZ U., J. R.; OLIVEROS T., C. E.; MORENO C., E. L. Respuesta de los frutos de café a la espelación.**

Se determinaron las fuerzas necesarias para espelar frutos maduros e inmaduros de café, lo mismo que la fuerza de

retención de estos frutos, con una tachuela de 12,7 mm, un alfiler de acero y tres punzones con punta en forma de cabeza cónica con diámetros máximos de 1,0 mm, 1,5 mm y 2,0 mm. Para las pruebas se utilizó la máquina de ensayos mecánicos INSTRON-5569, con una celda de carga con capacidad para 1 kN. Los frutos maduros e inmaduros tenían 217 y 203 días después de la floración, respectivamente. De los punzones evaluados, el de cabeza cónica de 2,0 mm de diámetro presentó la mayor fuerza de retención sobre frutos maduros (5,4 N en promedio) que es ligeramente superior a la mitad de la fuerza necesaria para desprender frutos maduros a tensión (10,0 N), lo que significa que dos punzones como los mencionados tienen el potencial de remover a tensión un fruto maduro. Adicionalmente, se observó que la fuerza para espelar frutos inmaduros es casi cuatro veces la fuerza de espelación de los frutos maduros, lo que hace este principio promisorio para la cosecha selectiva de café.

**Palabras clave:** Maduración, punzones, fuerza de retención, fuerza de espelación.

### **MORENO B., A.M.; NARRO L., L.A.; VANEGAS A., H.; MOLINA G., C.E.; OSPINA R. J.G.; AGUDELO, M. Respuesta del maíz a la fertilización química en la zona cafetera central de Colombia.**

En la zona cafetera colombiana, el área sembrada en maíz pasó de 7.500 ha en el 2002 a 50.000 ha en el 2006, donde se produce maíz de buena calidad, tanto por la fertilidad de los suelos como por el rango estrecho entre la temperatura diurna y la nocturna. Al tecnificar la siembra del maíz con materiales mejorados, híbridos o variedades, fue necesario experimentar en el ajuste tecnológico y en particular, la nutrición química. Para tal fin se estudió la respuesta de una variedad y de un híbrido a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. El experimento se instaló en tres localidades, durante dos semestres seguidos, para evaluar diez tratamientos aplicando la técnica de fondos fijos, de tal manera que cuando variaba el nivel de alguno de estos elementos los otros dos se mantuvieron a una dosis constante, incluido el testigo absoluto. Los resultados permitieron ajustar el plan de fertilización para la siembra de las variedades ICA V-305 e ICA V-354, al demostrarse la necesidad de aumentar las dosis de nitrógeno y de fósforo a 100 kg.ha<sup>-1</sup>. No hubo diferencias de las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, S y cenizas en el grano, entre la variedad y el híbrido. Por tanto, para un plan de fertilización cuando se siembra un híbrido es necesario considerar el ajuste correspondiente en función de su potencial de rendimiento.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., nitrógeno, fósforo, potasio, híbridos, variedades.

### **Volumen 59 – No. 2**

**ROMERO G., G.; HERRERA P., J.C.; LIGARRETO M., G.A.; ALVARADO A., G. Análisis genético de la resistencia**

**incompleta a *Hemileia vastatrix* en progenies de Caturra x Híbrido de Timor.**

Se realizó un análisis genético para estudiar los componentes de variación genotípica, la heredabilidad y el número de genes segregantes, para la resistencia incompleta a la roya del café, empleando el método de medias y varianzas generacionales, bajo un modelo aditivo-dominante. Se midieron las variables incidencia y defoliación en el padre susceptible (Caturra (P1)), en el padre resistente (Línea DI.200 (P2) derivada del híbrido de Timor) y en las poblaciones de este cruzamiento correspondiente a las generaciones: F1, F2, F3, RC1, RC2, RC11 y RC22. Las comparaciones estadísticas mostraron diferencias significativas entre las generaciones y entre el parental resistente (P2) y el susceptible (P1), para cada una de las dos variables cuantitativas evaluadas. El efecto genético más importante fue el aditivo. Para la variable incidencia, la heredabilidad en sentido amplio fue del 73% y en sentido estricto del 53%. El número de genes segregantes para la resistencia incompleta, estimados mediante tres métodos (Castle, Wright, y Mather), indicó que ésta es gobernada por cinco a seis genes independientes. Los resultados sugieren perspectivas de éxito en los procesos de selección de líneas resistentes para la conformación de futuras variedades portadoras de resistencia durable a la roya del café.

**Palabras clave:** *Coffea arabica*, roya del café, incidencia, defoliación, heredabilidad, número de genes.

**MONTILLA P., J.; ARCILA P., J.; ARISTIZÁBAL L., M.; MONTOYA R., E. C.; PUERTA Q., G.I.; OLIVEROS T., C.E.; CADENA G., G. Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional.**

Se caracterizaron algunas propiedades físicas y factores de conversión del café variedad Colombia, desde fruto maduro hasta grano almendra. El café se recolectó en fincas de los municipios de Chinchiná, Manizales, Villamaría y Palestina (Caldas), en tres épocas de la cosecha del segundo semestre de 2005. De la masa cosechada se tomó una muestra de café maduro sin defectos y otra sin seleccionar; para cada muestra se tomaron submuestras que se procesaron por el beneficio húmedo y secado mecánico, y a través del proceso se realizaron los análisis físicos y mediciones. El peso y diámetros (ancho y grosor) de los frutos y granos, tendieron a ser mayores en la época intermedia de cosecha, para la densidad aparente y humedad no hubo cambios a través de la cosecha; las relaciones de conversión, porcentaje de merma y rendimiento en trilla, fueron mejores en la época inicial y para ésta también hubo la menor cantidad de defectos en cereza, pergamino y almendra (excepto porcentaje de frutos verdes en el café cereza), y tanto las relaciones como los defectos tendieron a aumentar conforme avanzaba la cosecha. El café seleccionado presentó las mejores características físicas. Las relaciones de conversión fueron similares entre los tipos de muestra, el porcentaje de merma y rendimiento

fueron mejores en la muestra seleccionada. Se observaron deficiencias en la calidad de la masa, con porcentajes de pasillas de 5,41% y 9,19% para el café seleccionado y sin seleccionar, respectivamente.

**Palabras clave:** *Coffea arabica* L., variedad Colombia, rendimiento en trilla, porcentaje de pasillas, calidad.

**HERRERA P., J.C.; CAMAYO V. G.C. Caracterización morfológica y citológica de árboles de *Coffea arabica* L., regenerados por cultivo *in vitro* de polen aislado.**

Las plantas haploides son aquellas que presentan igual número de cromosomas que los gametos de su especie. Una vez duplicadas, constituyen una importante herramienta para los mejoradores, ya que facilitan la obtención de genotipos homocigotos, especialmente en especies perennes donde los ciclos vegetativos son muy largos, como es el caso del café. El objetivo del presente estudio fue caracterizar desde el punto de vista morfológico y citológico un grupo de plantas adultas de *C. arabica* provenientes del cultivo *in vitro* de polen aislado. La caracterización se realizó a partir de 20 plantas tomadas al azar de un grupo de 41, las cuales fueron evaluadas en detalle y comparadas contra un grupo testigo constituido por plantas de *C. arabica* de la misma edad, pero derivadas de semilla. De acuerdo con el análisis morfológico, las plantas provenientes del cultivo de polen presentaron una menor altura y un fenotipo más compacto, producto de un mayor número de ramas y la presencia de hojas más alargadas. El análisis citológico incluyó la evaluación del número de estomas por unidad de área, la longitud estomática y el número de cromosomas de cada árbol. Los resultados mostraron que 40 de las 41 plantas estudiadas fueron verdaderos dihaploides (DH), exhibiendo 22 cromosomas somáticos ( $2n = 2x$ ). Solo una planta resultó tetraploide ( $2n = 4x$ ). Todas las plantas DH estudiadas mostraron una esterilidad casi completa, una característica propia de su condición haploide. El presente estudio constituye la primera caracterización morfológica y citológica realizada sobre árboles de café regenerados por cultivo *in vitro* de polen aislado.

**Palabras clave:** Haploides, haplométodos, dihaploides, cultivo de polen, caracterización fenotípica.

**FARFÁN V., F.; SOLARTE P., C. R. Efecto de la cobertura arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café, en una localidad de la zona cafetera sur de Colombia.**

En la zona cafetera Sur de Colombia, en la localidad de El Tambo (Cauca), se evaluó en café el efecto de la aplicación de cobertura vegetal muerta (*mulch*), en dos Sistemas Agroforestales (SAF), donde los componentes arbóreos fueron *Inga densiflora* y *Erythrina poeppigiana*, plantados a distancias de 9 x 9 m (123 plantas/ha). El café se estableció a una distancia de 1,5 x 1,5 m (4.444 plantas/ha), en ambos casos. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el porcentaje promedio de interceptación de la Radiación

Fotosintéticamente Activa (RFA) ejercido por *I. densiflora* y *E. poeppigiana*, en un SAF con café, en un período de seis años fue del 61,5% y 25,4%, respectivamente. No hubo diferencia estadística al cultivar café a libre exposición solar o con sombrío, y con aplicación o no de cobertura vegetal muerta (*mulch*), es decir, el *mulch* por sí solo no es factor determinante de la producción del café. Con el café a libre exposición solar y con dos sistemas de cobertura del suelo se produjeron 3.083 kg.ha<sup>-1</sup> de c.p.s., con sombrío de *I. densiflora* 2.696 kg.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. y con sombrío de *E. poeppigiana* 3.524 kg.ha<sup>-1</sup> de c.p.s. No hubo diferencias estadísticas entre las producciones de café a libre exposición solar y bajo sombrío.

**Palabras clave:** Sistema Agroforestal, *Coffea arabica*, *Inga densiflora*, *Erythrina poeppigiana*, sombrío.

**MARÍN M., P; BUSTILLO P., A.E. Selección de aislamientos de *Beauveria bassiana* virulentos a *Compsus* n. sp.**

El picudito de los cítricos, *Compsus* n. sp. (Coleoptera: Curculionidae), es una plaga de cítricos en la zona central cafetera y amenaza con distribuirse a 129.000 ha plantadas en Colombia. El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* ataca en forma natural larvas y adultos de este insecto. En el laboratorio se evaluaron los aislamientos Bb9806, Bb9807 y Bb9926, y una formulación comercial de *B. bassiana*, primero sin ser reactivados y luego reactivados sobre adultos del picudito. Los resultados mostraron mortalidades entre 42 y 100% para Bb9806 y Bb9807, con tiempos de mortalidad de 5,6 y 4,7 días, respectivamente. En la segunda evaluación, con los aislamientos del hongo reactivados sobre el picudito, las mortalidades fueron superiores y variaron entre 94% para Bb9926, con un tiempo de mortalidad de 4,8 días, y 100% de mortalidad para los demás aislamientos (Bb9806, Biopower y Bb9807, con tiempos de 4,8; 4,6 y 4,5 días, respectivamente). Se concluye que existen varios aislamientos de *B. bassiana* promisorios para control del picudito. Estos resultados también muestran la importancia de reactivar el hongo sobre el insecto sobre el cual se va a dirigir el control, pero se debe determinar la eficacia de los aislamientos en el laboratorio antes de realizar ensayos de campo.

**Palabras clave:** Mortalidad, reactivación del hongo, picudito de los cítricos, Curculionidae.

**SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN KH., S. Almacigos de café con distintas proporciones de lombrinaza en suelos con diferente contenido de materia orgánica.**

Con el propósito de estudiar el efecto de la lombrinaza sobre el crecimiento de almacigos de café, en ocho suelos de la zona cafetera colombiana con diferente contenido de materia orgánica (MO), se realizó un experimento en Cenicafé (Chinchiná, Caldas). Se evaluaron cuatro proporciones de lombrinaza en mezcla con suelo (v/v): 0, 25, 50 y 75%. Para cada proporción se llenaron 15 bolsas de almacigo y se sembró una plántula de café variedad Caturra por bolsa. Después de

seis meses se determinó el peso seco de las raíces y de la parte aérea de las plantas. En siete suelos, la proporción 25% de lombrinaza aumentó el peso seco de las plantas entre 180 y 1.500% con respecto al suelo solo e independiente de los contenidos de MO. Las diferencias en la magnitud de la respuesta se asociaron con los cambios en el pH y los contenidos de Cu y K del sustrato. Las proporciones 50 y 75% de lombrinaza, afectaron negativamente el crecimiento de las plantas en todos los suelos.

**Palabras clave:** Abono orgánico, propiedades químicas, pH, potasio, crecimiento.

## DIV 0102 - AVANCES TECNICOS

Se publicaron los Avances Técnicos

No. 365: Comportamiento de clementinas e híbridos de cítricos en la zona cafetera central colombiana

No. 366: Aprovechamiento de la energía calórica de estufas campesinas para el secado del café

No. 367: *Monalonion velezungeli*. La chinche de la chamusquina del café

No. 368: Germinadores de café. Construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costos

No. 369: Fertilización del maíz en la zona cafetera colombiana

No. 370: Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio

No. 371: Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado

No. 372: Propagación de los cítricos

No. 373: Riesgos para la calidad por la comercialización de café pergamino húmedo

No. 374: Manga para la recolección manual de café. Experiencia de investigación participativa

No. 375: Sistema: "Frijol relevo maíz" intercalado en zocas de café, una opción para diversificar la producción

No. 376: Secador parabólico mejorado

## DIV 0103 - BOLETINES TÉCNICOS

Estudio Regional de la Biodiversidad en los Paisajes Cafeteros de Santander. Boletín Técnico No. 31: 1- 68. 2008.

## DIV 0104 - ANUARIO METEOROLÓGICO CAFETERO

Se publicó el Anuario Meteorológico Cafetero 2006.

## DIV 0105 - MANUALES Y LIBROS

- Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana.
- Cartillas Escuela y Café - grados octavo y noveno.
- Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. El guayacán rosado o roble *Tabebuia rosea* (Bertol) DC.
- Estudio de los hemípteros plaga en el cultivo de la macadamia: sus enemigos naturales y alternativas de manejo en Colombia.
- Resumen del informe anual de actividades 2007.

## DIV 0106 - RESÚMENES ANALÍTICOS

- Resúmenes Analíticos No. 4.

## DIV 0107 OTROS IMPRESOS (Plegables, afiches, volantes)

Se destacan entre otras la elaboración de:

- 5 pendones sobre caficultores alusivos a los 70 años de Cenicafé.
- 22 pósteres sobre: las diferentes áreas de investigación de Cenicafé y de las aves, entre otros
- 3 afiches de las aves de la zona cafetera
- Se diseñaron diferentes trabajos entre los cuales se destacan: el libro de Insectos y su manejo en la caficultura colombiana; la presentación Presentación Power point para el premio “Aurelio Llano Posada”; diseño de la imagen del Seminario Científico “Ciencia y Agricultura Tropical para el Siglo XXI”. Tarjetas,

programas, escarapelas, pendones, aviso del seminario en la revista Enfoque del Café.

- Biocartas  
Se diseñó la Biocarta No 12: Una visita a las comunidades cafeteras que estudian las aves.

- Alertas de broca  
No 6: Tenga presente el nivel de infestación de la broca en los lotes de su finca. Aplique el hongo *Beauveria bassiana* para controlar las poblaciones de broca que vuelan hacia frutos de la cosecha.

## DIV 0108 - OTRAS PUBLICACIONES (ASESORÍAS A OTRAS DEPENDENCIAS DE LA FEDERACIÓN)

- Se diseñaron las imágenes para la Feria de Cafés Especiales 2009
- El manual IGP en francés
- Aviso de los 70 años de Cenicafé en las memorias de Expogestión
- Escarapelas para el taller sobre Viabilidad de la Caficultura
- Implementation of an institutional coffee quality assurance strategy at the farm level in the Quindío region of Colombia - Comité del Quindío
- Plegables

Las aves del Recinto – Lista de chequeo

## DIV 0200 – AUDIOVISUALES

### DIV 0202 VIDEO

- Medidas de prevención y protección en los laboratorios.

## DIV 0205 PORTAL WEB [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org).

Se participó en la entrega de las publicaciones de Cenicafé para el portal, así como con las noticias del sector cafetero de Colombia.

## DIV 0400 - RELACIONES PÚBLICAS

### DIV 0401 - ATENCIÓN A VISITANTES

Número total de visitas:	124
Número total de visitantes:	3.419
Número de visitantes por categorías:	
Caficultores y Extensionistas:	1.716
Estudiantes	628
Extranjeros	132
Particulares	943

## DIV 0500 - SERVICIOS DE COMUNICACIÓN

### DIV 0501 - FOTOGRAFÍA

Durante este período se han tomado 7.320 fotografías digitales, las cuales se han usado en las siguientes publicaciones:

- Revista Cenicafé, Volumen 58 – Nro. 2, Volumen 58 – Nro. 3 y Volumen 58 Nro. 4
- Avances Técnicos Nros. 364, 365, 366, 368, 370, 371, 372 y 373.
- En los pendones de Cenicafé 70 años.
- Para pósteres de investigación-Cenicafé 70 años.
- Para afiche de Aves de las zonas cafeteras colombianas.
- Para el libro Insectos y su manejo en la caficultura colombiana.
- Para la imagen y plegable de la Feria de Cafés Especiales 2009.
- También está el escaneo de imágenes, la escogencia y selección de fotos tomadas del Banco de Imágenes para atender solicitudes de:
- Cartillas Escuela y Café, volúmenes 6, 7, 8 y 9.
- Oficina Central de la Federación, Comités Departamentales, Cursos E-learning,

- El Espectador, El Tiempo, Maloka, Parque Nacional del Café.
- Diseño y diagramación (Presentaciones, otros pósteres científicos, etc.)

- Dibujos y fotomontajes para:

Libro: Insectos y su manejo en la caficultura colombiana (68 dibujos y 10 fotomontajes).

Presentaciones para diferentes proyectos de investigación (27 dibujos y 3 fotomontajes).

Nueva presentación de la Regla Psicrométrica (Agroclimatología).

### DIV 0502 - DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

Durante este período las publicaciones de Cenicafé se distribuyeron así:

Publicación	Cantidad distribuida
Avances Técnicos: Nos. 361 al 375	154.500 *
Revista Cenicafé Vol. 57 (4) Vol. 58 (1 al 4)	16.821
Biocarta No. 12	1.207
Anuario meteorológico Cafetero 2006	538
Resúmenes del informe anual de actividades 2007	1.150
Estudio de los hemípteros plaga en el cultivo de la macadamia	250

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

### DIV 0503 - APOYO DE COMUNICACIONES

Se sigue apoyando a todas las disciplinas de Cenicafé con los préstamos de equipos, salas, organización de eventos (visitas, seminarios) y demás requerimientos para el oportuno cumplimiento de sus funciones

### DIV 0600 - CURSOS Y EVENTOS DE CAPACITACIÓN

## DIV 0601 - CURSOS Y SEMINARIOS

Se dictaron ocho cursos y talleres.

A continuación se presentan los resúmenes de los Congresos Científicos en los cuales participaron investigadores de Cenicafé:

**LÓPEZ N., J.C.; STOCK, S.P. Descubrimiento e implementación de nematodos entomopatógenos para el control de la broca del café en Colombia. In: REUNION Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos - ONTA, 39. Ciudad de Villa Carlos Paz (Argentina), Octubre 29 - Noviembre 2, 2007. Resúmenes. p. 81.**

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae), es la principal plaga en todos los países productores de café del mundo. Los frutos de café brocados que quedan en el campo y que no son retirados principalmente después de las cosechas, son factor de incremento y dispersión, afectando frutos sanos para cosechas posteriores. Trabajos en que consistentemente se presenten resultados, que permitan considerar a los nematodos entomopatógenos como una herramienta de control principalmente de poblaciones de broca en el suelo, son escasos. Investigaciones en las que Cenicafé ha sido pionero, se han enfocado a obtener información de especies nativas de los géneros *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp. sobre su virulencia, comportamiento, ciclo de vida y estrategias de búsqueda sobre la broca del café. Adicionalmente, el conocimiento sobre sistemas de aplicación, su uso en mezcla con hongos entomopatógenos bajo condiciones de invernadero y de campo en pequeña escala, y el hallazgo de nuevas especies aisladas del ecosistema cafetero, virulentas a la broca del café, permiten considerar a esta herramienta biológica promisoría dentro del Manejo Integrado de la Broca. El conocimiento desarrollado durante estos años, y la disponibilidad de material invaluable con que se cuenta, ha posibilitado que en Colombia los nematodos entomopatógenos entren a ser parte activa de estrategias de control promisorias, no solo para el control de insectos plaga en la agricultura, sino también en campos como la veterinaria y medicina.

**RINCÓN, E.A.; OSPINA P., C.M.; GAITÁN B., A.L. Diagnóstico de enfermedades del guayacán rosado *Tabebuia rosea* y del nogal cafetero *Cordia alliodora* en la zona cafetera colombiana. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

Teniendo en cuenta que la oferta de especies nativas forestales ha disminuido gracias al escaso conocimiento silvicultural y de sus problemas fitosanitarios, la Federación Nacional de Cafeteros inició el estudio de las patologías de

las plantaciones forestales en diferentes localidades de la zona cafetera colombiana, enfocado al reconocimiento de los problemas sanitarios que representen daño al normal desarrollo de los árboles y al deterioro de la madera, con el objetivo de formular medidas de manejo oportunas y evitar la extinción de las especies forestales nativas. Para cumplir con los objetivos planteados, se visitaron las plantaciones de Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y de Nogal cafetero (*Cordia alliodora*), se colectaron muestras de árboles afectados y se determinaron los agentes causantes de las enfermedades mediante la aplicación de los postulados de Koch. Se evaluaron plantaciones en Chinchiná (Caldas), Manizales (Caldas), Buenavista (Quindío), Belén de Umbria (Risaralda), Cartago (Valle del Cauca), El Tambo (Cauca), Ciudad Bolívar (Antioquia), Líbano (Tolima) y San Antero (Córdoba). Las patologías diagnosticadas en Guayacán rosado fueron lesiones foliares causadas por los hongos *Mycosphaerella* sp. y su anamorfo *Cercospora* sp., *Phaeophleospora* sp., *Cephaleuros* sp., *Cladosporium* sp. y *Prospodium cadenae*. Las enfermedades encontradas en las plantaciones de Nogal cafetero fueron secamiento por taponamiento vascular causado por la asociación *Ceratocystis* sp. y *Xyleborus* sp. (Col: Scolytidae), secamiento causado por *Corticium* sp., lesiones foliares causadas por *Cercospora* sp. y su Teleomorfo *Mycosphaerella* sp., *Cephaleuros* sp., *Puccinia cordicola*, *Oidium* sp., *Capnodium* sp. y se encontró un disturbio fisiológico asociado a acortamiento de entrenudos, reducción drástica en el crecimiento, defoliación prematura y muerte de los individuos, causado por un fitoplasma. El diagnóstico de estas enfermedades, contribuye al conocimiento y al manejo de los problemas y por ende al aprovechamiento de estas especies forestales optimizando los rendimientos.

**CAMPOS A., G.E.; CASTRO C., B.L. Diagnóstico de la "chamusquina" en cafetales In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

La "Chamusquina" del cafeto es un nuevo disturbio, cuyos síntomas se presentan como lesiones de diferente tamaño en las hojas tiernas de plantas de café. Con el fin de apoyar las investigaciones que se están realizando para dilucidar su etiología, se realizó el presente trabajo del tipo exploratorio descriptivo en cafetales de los municipios de La Plata, La Argentina, Paicol y El Pital, departamento del Huila. Se evaluaron 75 fincas cafeteras ubicadas entre 1650 a 2000 msnm, seleccionadas aleatoriamente, con un error de estimación del 5% y confiabilidad mínima del 75%, registrando la incidencia y severidad (proporción de brotes afectados), variables agronómicas y externas de los lotes. El disturbio se observó en el 82,6% de las fincas visitadas; en La Plata con 97%, La Argentina con 69%, Pital 62% y Paicol con 50%, con severidad entre 5% a 47%, predominando esta última cifra en cafetales de La Plata y La Argentina, en altitudes entre 1750 a 2000 m. Chamusquina se observó distribuida en

forma generalizada (85%) en los lotes de mayor incidencia y en focos pequeños en el 15% de los casos. Se notó mayor ataque en lotes a plena exposición y en áreas aparentemente expuestas a corrientes de aire provenientes de los nevados del Huila, Puracé y Sotará, junto a lotes sanos, tanto en topografía plana, ondulada o pendiente. Menor incidencia en cafetales con árboles de sombrío y asociado con plátano o maíz, pero igual ataque en las variedades Caturra, Colombia y Tipica, en zocas y en siembras nuevas de 2 a 8 años de edad. Se observó mayor incidencia (65%) y severidad (32%) en lotes completamente libres de arvenses y con cobertura moderada, mientras en lotes sin desyerbar dichas variables fueron de 51% y 21% respectivamente. No se observó relación del problema con la fertilidad de suelos. En el 38% de las fincas afectadas se han aplicado fungicidas e insecticidas, sin que tengan un control satisfactorio. Finalmente, mientras en fincas de los municipios de La Plata y La Argentina, los caficultores están familiarizados con la presencia y desarrollo del disturbio, en cafetales de los municipios de El Pital y Paicol, se percibió desconocimiento o confusión de síntomas con los ocasionados por "Muerte descendente" (*Phoma* spp.), enfermedad que se observó en diferentes niveles de ataque en todas las fincas visitadas.

**CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. Validación del antagonismo de *Trichoderma harzianum* sobre *Rhizoctonia solani* en germinadores de café. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

Dentro de las enfermedades que se presentan en la etapa de germinador en el cultivo de café, se encuentra el volcamiento, mal del talluelo o damping-off, causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual reduce en un alto porcentaje la germinación de las semillas, afectando también el crecimiento de los fósforos o de las chapolas de café. Por ello, se validó el efecto protector de *Trichoderma harzianum* (Ingrediente activo del producto comercial Tricho-D) en semillas de café de la Variedad Castillo(R) Naranjal contra el ataque de *Rhizoctonia solani*. Se construyeron y evaluaron seis germinadores de café, uno en la Estación Central Naranjal (Chinchiná), otro en la Subestación Experimental La Catalina (Risaralda) y cuatro en fincas situadas en los municipios de Manizales, Chinchiná y Palestina. Éstos se ubicaron en lugares contrastantes por la exposición de los germinadores a los rayos del sol y por la procedencia de la arena. Se tuvieron 3 tratamientos que fueron las aplicaciones de *T. harzianum* y Tiabendazol (Mertect), este último como testigo de referencia y un testigo absoluto, con 3 repeticiones de tratamiento. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación de las semillas e incidencia de damping-off. A los 75 y 80 días después de sembradas las semillas, el promedio de germinación en todos los sitios evaluados fue de 93% cuando el sustrato se trató con el producto biológico o con el químico, comparado con el testigo absoluto que presentó 89%. Del 11% de las semillas

que no germinaron en el testigo absoluto, entre el 41 y 69% de éstas, presentaron ataque de *R. solani*, aún sin germinar, lo cual indica que en ocasiones la baja germinación de las semillas de café no es producto de su pérdida de viabilidad, sino del ataque temprano de este patógeno.

En los sustratos no tratados se presentó una incidencia de la enfermedad de 28% (semi sombra), 35% (sombrio) y 9% (a campo abierto). En los germinadores donde se aplicó el producto biológico ó el químico la protección de la semilla contra *R. solani* fue similar, en ambos casos. Con *T. harzianum* la incidencia fue de 5% (semi sombra), 22% (sombrio) y 4% (a campo abierto), comparado con el Tiabendazol que presentó una incidencia de 7% (semi sombra), 24% (sombrio) y 5% (a campo abierto). Esta validación confirma la eficacia de *T. harzianum* contra *R. solani* en germinadores de café.

**RIVILLAS O., C.A.; CALLE O., C.M. Aislamiento, identificación y asociación de micorrizas arbusculares nativas de la rizosfera de heliconias. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

De la rizosfera de Heliconias sembradas en fincas pertenecientes a los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, se identificaron especies nativas de Micorrizas Arbusculares (MA) y se evaluó su asociación con las raíces de cada uno de los hospedantes evaluados. El mayor número de muestreos se efectuó en el departamento de Caldas (45.1%), seguido de los departamentos del Quindío (24.5%), Valle del Cauca (17.6%) y Risaralda (12.8%). En los muestreos realizados, se obtuvieron en promedio 4 esporas/g de suelo. En las raíces de esos hospedantes se obtuvo un nivel promedio de colonización radical de 75%. En Caldas no se encontraron esporas en la rizosfera de la Heliconia *Ortotriche lisa* y el valor más alto por este concepto se obtuvo en la Ginger de Indonesia (16 esporas/g de suelo). En Risaralda los valores más bajos de esporas nativas de MA se obtuvieron en la Ginger roja y en las Heliconias *Ortotriche* y *Niquerence* y el valor más alto se registró en la Heliconia *Wagneriana* amarilla (38 esporas/g de suelo). En el Quindío hubo especies de muy limitada producción de esporas. En este departamento, la más alta producción de esporas se obtuvo en la Heliconia *Platystaqui* (7 esporas/g de suelo). En el Valle del Cauca se registraron los valores más altos de esporas nativas en las Heliconias *Jaquini* y *Longlover* con 11 y 12 esporas/g de suelo y colonizaciones en esas raíces de 99% y 77%, respectivamente. En la rizosfera de la Heliconia *Caribea* *Vulcano* no se observaron esporas y se presentó el valor más bajo de colonización (32%). Una alta diversidad de esporas pertenecientes a los géneros *Acaulospora* spp y *Glomus* spp. se observó en los muestreos realizados en todos los departamentos. En menor proporción se observaron esporas de los géneros *Entrophospora* spp y *Sclerocystis* spp. No se apreciaron esporas pertenecientes a los géneros *Scutellospora*

spp y *Gigaspora* spp. La especie de mayor predominancia en los muestreos realizados fue *Acaulospora mellea*. *Acaulospora morrowiae* se encontró asociada a la rizosfera de la Heliconia Ortotriche Negra. *Acaulospora denticulata* se asoció con la rizosfera de la Heliconia Ortotriche. *Glomus fasciculatum* se aisló de las raíces de las Heliconias Niquerence, Caribeá Kawachi y Sharoni. En algunas especies de Heliconias, se presentaron altas poblaciones de nematodos fitoparásitos, tanto endoparásitos sedentarios como migratorios. De este estudio se aprecia la alta presencia nativa de las MA y su asociación con el sistema radical de las Heliconias.

**GUZMÁN P., O.A.; RIVILLAS O., C.A. Evaluación de la resistencia parcial a la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) en tres localidades con diferente oferta ambiental. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

En condiciones de almácigo se evaluó la resistencia parcial (RP) a la roya del café de las progenies avanzadas (F5) BI51, BI73, BI120 y BI712, provenientes del cruzamiento del Híbrido de Timor (1343) y la variedad Caturra y plantas de la variedad Caturra, ubicadas en tres localidades de la zona central cafetera colombiana a 1026 msnm (Santágueda), 1381 msnm (Naranjal) y 1635 msnm (El Jazmín). En cada planta se seleccionaron cuatro hojas completamente desarrolladas, correspondientes al segundo y tercer par a partir del ápice y a partir del inoculo producido por cada material, se inocularon por el envés colocando ocho gotas de 5µL, cuatro a cada lado de la nervadura central, utilizando una suspensión de 75.000 urediniosporas de *H. vastatrix* mL<sup>-1</sup> de agua. A los 5 meses, 40 plantas de cada material se llevaron a las diferentes localidades y se distribuyeron en el campo bajo el diseño experimental completamente aleatorio, 20 en condiciones de sombrío (polisombra) y 20 a libre exposición. Durante 70 días, se registró el período de incubación (PI), el período de latencia (PL), la severidad (S) y la densidad de esporulación (DE). El procedimiento de inoculación de las plantas se realizó tres veces, con intervalos de 2 meses, con el fin de cuantificar el desarrollo de la enfermedad en los materiales, de acuerdo con las condiciones climáticas. En las tres localidades y en la condición de sombrío, las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo del hongo, caso contrario sucedió en la condición a libre exposición. En la condición a libre exposición, en las tres localidades y en los tres períodos de inoculación, no se produjo PL del hongo. En la condición de sombrío en las tres localidades, sin influir la época de inoculación, el PI del hongo en el testigo Caturra fue corto (entre 22 y 24 días; 18 y 25 días y 27 y 29 días en la época uno, dos y tres, respectivamente), como también lo fue el PL (entre 47 y 56 días; 25 y 31 días y 36 y 41 días para cada una de las épocas de inoculación), comportándose estos períodos igual en las progenies BI51, BI73 y BI712. El PI y el PL de *H. vastatrix* fue largo en la progenie BI120 (entre 24 y 30 días y entre 60 y 64 días; entre 18 y 26 días y entre 27 y 31 días; entre 34 y

36 días y entre 43 y 45 días), para las diferentes épocas de inoculación, siendo diferentes a los obtenidos en Caturra y en las demás progenies. Igualmente, la severidad de la roya y la densidad de esporulación del hongo fueron altas en Caturra y en esas mismas progenies (entre 1.18 y 4.30%; entre 10300 y 547500 urediniosporas/cm<sup>2</sup>), mostrando un comportamiento diferente en estas variables a la progenie BI120 donde la enfermedad tuvo la menor severidad (entre 0.28 y 3.01%) y la menor densidad de esporulación del hongo (entre 2275 y 17000 urediniosporas/cm<sup>2</sup>). Los resultados de este estudio indican que hubo influencia de las condiciones ambientales sobre la evolución de la roya del café y que dependiendo de esas condiciones se pueden afectar los componentes cuantitativos de la resistencia incompleta.

**RIVILLAS O., C.A.; HENAO Z., J.A. Evaluación de medidas de manejo para la pudrición radical en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis*). In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

Con el propósito de diseñar posibles alternativas de manejo para la pudrición radical en el cultivo de espárrago, se realizaron dos experimentos, uno en condiciones de campo y otro de invernadero. En campo, se evaluó el efecto de las aplicaciones de dos productos biológicos y cuatro productos químicos aplicados en drench, inyección a las coronas y en aspersión foliar. Cada tratamiento se aplicó en dos lotes, uno con alto nivel de enfermedad y otro menos afectado y en cada lote se emplearon dos sistemas, uno causándole heridas a la corona de las plantas y en el otro sin herida. Se evaluaron las variables peso foliar, sanidad de raíces y producción. En invernadero se evaluaron esos mismos tratamientos, adicionando uno con micorrizas arbusculares y otro como testigo de referencia (humedad del sustrato a saturación). En condiciones de campo, la variable peso foliar en el lote menos afectado, presentó diferencias estadísticas a favor del sistema de plantas sin herida en todos los tratamientos a excepción de las plantas tratadas con cobre pentahidratado. En este lote y sistema, los valores promedios más altos en peso foliar, se obtuvieron en el tratamiento con *Trichoderma* spp (605.5 g). El valor de ese tratamiento fue más alto comparado con el registrado en ese lote para el sistema con herida (383.5 g). La variable sanidad radical, presentó diferencias estadísticas entre lotes y sistemas, a favor del menos afectado y sin heridas. En esas dos condiciones se obtuvo un valor promedio más alto para el número de yemas de color blanco (0.33), comparado con el valor obtenido en el lote más afectado y con herida (0.2). En el número de yemas marrón oscuras, el valor promedio más alto se presentó en el lote más afectado por el disturbio y en plantas con herida. (0.66). Este valor fue mayor, comparado con el obtenido en el lote menos afectado y con herida (0.34). El análisis estadístico mostró diferencias en el número de turiones, a favor del sistema sin herida. En ese sistema, se obtuvieron los valores más altos para cada

uno de los calibres de los turiones evaluados. Los turiones jumbo sólo se obtuvieron en el sistema de plantas sin herida. En el experimento de invernadero se presentaron diferencias estadísticas en la variable peso foliar, a favor del tratamiento con Ridomil en el sistema con herida, el cual presentó el mayor valor promedio (17.71 g), comparado con el obtenido en el sistema sin herida (13.82 g). Para la variable número de yemas blancas, el valor promedio más alto lo obtuvo la mezcla de Ridomil + Mertect + Ergostin, aplicados en drench (1.74), sin diferencias estadísticas comparado con el testigo a saturación de humedad (1.73). Ninguno de los tratamientos presentó yemas de color marrón oscuro.

**VÁSQUEZ R., L.M.; RIVILLAS O., C.A. Efecto de extractos vegetales sobre huevos y larvas del complejo *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

El nematodo nodulador, complejo *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*, afecta al cultivo del café ocasionando la pérdida de cuatro gramos de peso seco y 78 gramos de café cereza por planta, por cada 1% de infección, obtenido en plantas infectadas desde el almácigo y evaluadas en condiciones de campo en un ciclo productivo (cuatro cosechas). El manejo de los nematodos es preventivo y las alternativas actuales son costosas y poco eficaces, lo cual hace necesario explorar otras estrategias que puedan ser exitosas. En Cenicafé, se desarrolló un experimento en condiciones de laboratorio, con el fin de determinar el efecto de los extractos acuosos de Nim (*Azadirachta indica*), Crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), Mucuna (*Mucuna deeringiana*), Marigold (*Tagetes* spp) y Ruda (*Ruta graveolens*) y su posible uso como alternativa para el manejo de nematodos. Las variables evaluadas fueron eclosión de huevos y mortalidad de larvas. Bajo el diseño experimental completamente aleatorio se evaluaron los extractos en tres concentraciones (100%, 50% y 25 %) y se tuvo un testigo absoluto en agua destilada. La permanencia de los huevos en contacto con el extracto fue de 24 horas. El tiempo de evaluación de esta variable se extendió por dos semanas realizando lecturas cada 48 horas. Para evaluar larvas se efectuaron dos lecturas, la primera una vez cumplidas cuatro horas de contacto de éstas con cada extracto y la segunda 48 horas después de la primera lectura, tiempo en el que permanecieron las larvas sumergidas en agua destilada. El análisis estadístico indicó que únicamente el extracto de *Tagetes* spp. en todas sus concentraciones inhibió la eclosión de huevos. Estos porcentajes de eclosión fueron de 2.6%, 0.8% y 1.6% para las concentraciones de 25%, 50% y 100% y de 66.2% en el testigo. Los extractos de las demás plantas no tuvieron efecto sobre esta variable. La mortalidad de larvas en los extractos de Nim, Crotalaria, Mucuna y Ruda aumentó en la medida que se incrementó la concentración del extracto, presentando diferencias significativas por este concepto con el testigo, con valores de 55%, 49%, 65% y 7.2%

respectivamente. El extracto de Nim no ejerció ninguna acción sobre las larvas. Los mayores porcentajes de mortalidad de larvas se registraron con *Tagetes* spp. con valores promedio de 98.5% con diferencias estadísticas con el testigo que tuvo 5%. Este resultado abre las posibilidades del uso del extracto de *Tagetes* spp. en las etapas de almácigo y de campo contra el complejo *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*.

**CRISTANCHO A., M.A.; ESCOBAR O., C. Marcadores moleculares en estudios de diversidad de razas de la roya del café (*Hemileia vastatrix*). In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.**

La roya del café es una enfermedad que puede causar hasta el 23% de pérdidas de la cosecha, si no se efectúan medidas de control. La diversidad de razas de este patógeno presentes en Colombia se ha estudiado por medio de la inoculación de aislamientos del patógeno en plantas diferenciales en el CIFC en Portugal. Las evidencias de estos trabajos sugieren la presencia de varias razas nuevas en Colombia, las cuales no han podido ser determinadas por medio de las plantas diferenciales que existen. Debido a la dificultad en la identificación de los nuevos aislamientos de roya presentes en Colombia, se decidió ensayar el uso de marcadores moleculares y determinar su potencial para determinar la diversidad de razas de este patógeno. Dentro de los marcadores que se han utilizado están los ITSs, basados en secuencias de ADN ribosomal, marcadores microsatélites desarrollados en otras especies de royas relacionadas con *H. vastatrix* y los AFLPs. Para el caso de los ITSs se compararon secuencias de 27 aislamientos de *H. vastatrix* y se identificaron 13 SNPs, que se presentan en los aislamientos colombianos en estas regiones ribosomales. Estos SNPs pueden servir para el diseño de primers específicos para la identificación de razas del patógeno. De igual forma se ensayaron marcadores microsatélites desarrollados en las especies de roya *Puccinia coronata* y *Melampsora lini*, para tratar de determinar su transferibilidad en los estudios de roya del café. Se ensayaron 23 marcadores de los cuales únicamente 6 mostraron amplificación de ADN de aislamientos de *H. vastatrix*, siendo promisorios para estudios de diversidad de razas de roya del café dado que mostraron polimorfismos entre diversos aislamientos. Finalmente la técnica de AFLPs permitió separar claramente varios aislamientos de roya de acuerdo al genotipo de café del cual fueron aislados, vislumbrándose como una potente alternativa para la diferenciación de razas de este patógeno. Cenicafé cuenta entonces con tres técnicas de marcadores moleculares robustas para la identificación de aislamientos colombianos de *H. vastatrix*, las cuales también servirán en los estudios de agresividad de razas que se adelantan actualmente.

**CÁRDENAS D., F.L.; GALEANO V., N.F.; GAITÁN B., A.L. Modelos moleculares del dominio NBS en genes de resistencia de**

***Coffea* spp.** In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.

La mayoría de genes de resistencia (genes R) aislados hasta el momento de plantas codifican un dominio muy conservado evolutivamente de unión de nucleótidos (NBS). Adicionalmente, estos dominios están involucrados en interacciones proteína- proteína, responsables de cascadas metabólicas que culminan en el bloqueo de patógenos a nivel celular. Con el fin de obtener modelos moleculares en tres dimensiones para cada familia de genes R descritos en *Coffea* spp, se utilizó el Análisis de Clusters Hidrofóbicos (Hydrofobic Cluster Analysis o HCA) y el programa para modelamiento de proteínas Modeller, basados en la homología existente con la secuencia APAF<sup>1</sup>, gen que interviene en el proceso de apoptosis en humanos y usando como representante de cada familia, la secuencia más larga disponible. Los resultados fueron validados con los programas EVAL23D y Verify3D. Siguiendo la clasificación de la base de datos CATH (Class Architecture Topology Homology), los modelos del dominio NBS generados fueron asignados a una clase a/B, donde estas estructuras secundarias semejaron un plegamiento de topología Rossmann al estar intercaladas y se ubicaron en la superfamilia P-loop. La identidad de los alineamientos optimizados con HCA estuvo entre 21.3 y 28.6%. El 95% de los aminoácidos presentó conformación estérica permitida en los diagramas de Ramachandran. Los valores de evaluación fueron positivos con EVAL23D y Verify3D, excepto para las familias A y B. Estos análisis permitieron postular 10 modelos moleculares en tres dimensiones para las 10 familias de NBS, los cuales contienen los puntos de anclaje del sitio de ligación de ADP. Estos modelos permitirán entender el componente estructural de los dominios NBS en café.

**GALEANOV., N.F.; CÁRDENAS D., F.L.; GAITÁN B., A.L.** El género *Coffea* presenta una frecuencia específica de distribución de arquitecturas conservadas de los dominios NBS asociados a resistencia. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 28. Palmira (Colombia), Octubre 3-5, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), ASCOLFI-CIAT, 2007.

La baja diversidad entre variedades cultivadas de *Coffea arabica* es considerada crítica en el mejoramiento de variedades élite para aumentar la respuesta de resistencia a los patógenos. Para conocer más la estructura, la diversidad e inferir relaciones evolutivas, 273 secuencias de dominios NBS en café fueron comparadas con 983 secuencias de otros géneros incluyendo *Populus*, *Solanum*, *Arabidopsis* y *Oryza*, que tienen proyectos de secuenciación masiva o secuenciación completa de sus genomas y 30 géneros más, usando MEME y ClustalW. El análisis global indicó la presencia de 14 motivos distribuidos en 7 posiciones relativas a lo largo del dominio NBS. Basados en las combinaciones de estos motivos, la estructura de aminoácidos de 1286

secuencias fueron resumidas en 25 arquitecturas, de las cuales cinco representaron el 75% de la base de datos (1, 5, 12, 15 y 23), siendo la más común para el género *Coffea*, la arquitectura 14 con el 44% de secuencias, que presentó un motivo (3b) ausente en otras plantas. Análisis estructurales en 3D de las proteínas modeladas de las familias de genes de resistencia, usando el software TOPOFIT, comparando las secuencias de café entre sí, fueron consistentes con el análisis de agrupamiento basados en secuencia de aminoácidos, confirmando la naturaleza de familia de estos grupos y proporcionando una mayor evidencia del múltiple origen de estos genes. *Coffea* difiere de otros astéridos y géneros de plantas en la distribución de frecuencia de las arquitecturas del dominio NBS. La conservación de familias dentro de genotipos y géneros sugiere un discreto número de interacciones en la activación de las rutas metabólicas de respuesta a enfermedades, importante para ampliar las bases genéticas de la resistencia del café.

**CADENA G., G.; BENAVIDES M., P.; CRISTANCHO A., M.A.; MONCADA B., M. DEL P.; GÓNGORA B., C.E.; ACUÑA Z., J.R.; GAITÁN B., A.L.; POSADA S., H.E.; VILLARREAL P., D.; MOLINA V., D.M.; DOMINGUEZ T., J.R.; HERRERA P., J.C.; ALDWINKLE, H.S.; YEPES, M.** Study of the genomes of coffee *Coffea arabica*, its major insect pest the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, and its biological control agent *Beauveria bassiana*. In: INTERNATIONAL Plant and Animal Genome Conference, 16. San Diego (Estados Unidos), January 12-16, 2008. Final Abstracts guide. San Diego (Estados Unidos), Illumina, 2008. p. 29.

El Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) fue fundado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en el año de 1938. La misión de este Centro es generar conocimiento científico y tecnologías sostenibles de producción preservando el medio ambiente. El proyecto de investigación "Genoma del Café" fue iniciado en Cenicafé en el año de 2003 con la co-financiación del Ministerio de Agricultura. El objetivo de este proyecto es identificar genes de interés (calidad en taza, resistencia a plagas y enfermedades, producción, etc.) sobre los cromosomas de la planta de café, sus secuencias (genómica estructural) y sus funciones (genómica funcional). Esta iniciativa ha sido desarrollada en colaboración con instituciones como Cornell University, University of Maryland, the Institut de Recherche pour le Développement (IRD), The Institute for Genomic Research (TIGR) y University of Arizona. El mayor interés de este proyecto ha sido desarrollar herramientas genómicas en café las cuales incluyen la identificación de ESTs a partir de librerías de ADNc para describir el transcriptoma del café, una librería BAC y la identificación de genes de interés mediante la obtención de perfiles de expresión. Se han desarrollado marcadores moleculares para la construcción de un mapa genético del café para usar el germoplasma en el desarrollo de variedades mejoradas. Este proyecto también tiene como objetivo el genoma de la broca del café, *Hypothenemus*

*hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), la plaga más destructiva del café a nivel mundial. Estudios de genómica y poblaciones del insecto vienen siendo realizados con el fin de entender los mecanismos biológicos involucrados en la interacción del insecto y la planta. Igualmente se vienen realizando estudios genómicos del principal agente de control biológico de la broca, el hongo *Beauveria bassiana*, con el fin de identificar los genes involucrados en la patogenicidad hacia el insecto.

**CRISTANCHO A., M.A.; RIVERA S., L.F.; OROZCO S., C.E.; CHALARCA L., A.F.; BUELL, R.; YEPES, M.; CADENA G., G. An integrated web-based bioinformatics system for genome sequences, gene expression data, and molecular genetic markers for coffee. In: INTERNATIONAL Plant and Animal Genome Conference, 16. San Diego (Estados Unidos), January 12-16, 2008. Final Abstracts guide. San Diego (Estados Unidos), Illumina, 2008. p. 126.**

Hemos implementado un sistema de bioinformática basado en Web que funciona como un recurso de información genómica para café y otros organismos estudiados en el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), en colaboración con TIGR y la Universidad de Cornell. La nueva plataforma de Bioinformática incluye un Sistema de Manejo Integrado de Laboratorio (SMIL), la implementación del wEMBOSS, herramientas desarrolladas en casa en el lenguaje perl para el análisis de datos y el InterproScan para la anotación de dominios de secuencia. El principal esqueleto del sistema ha sido desarrollado para el análisis de ESTs, marcadores moleculares y secuencias de BAC-ends. El sistema está basado en la base de datos relacional PostgreSQL, usando programas escritos en perl para la manipulación de datos, el servidor apache Web con el interpretador de perl mod-perl integrado y los servidores corren la distribución Debian del sistema operativo GNU/Linux. La base de datos de Cenicafé incluye 81378 ESTs, que representan el transcriptoma del café con 30646 unigenes. La mayoría de los ESTs de café fueron derivados de tejidos de cDNA específicos y librerías normalizadas de *Coffea arabica* y algunos de las especies diploides *C. liberica* y *C. kapakata*. Adicionalmente, Cenicafé ha generado 4186 ESTs de *Beauveria bassiana* que representan 2401 unigenes y 4870 ESTs de *Hypothenemus hampei* que representan 1766 unigenes. La base de datos de café también incluye más de 80000 secuencias de BAC-ends de *C. arabica*. Las secuencias se anotan basadas en comparaciones con bases de datos de Solanaceae, Arabidopsis, Swissprot y GeneBank usando búsquedas de homología BLAST, los aminoácidos se predicen usando ESTScan y los dominios se anotan usando InterproScan. Hemos incorporado la herramienta de visualización gráfica Gbrowse para el despliegue de grandes secuencias tales como secuencias BAC completas y ADN de cloroplasto.

**BENAVIDES M., P.; CORTINA G., H.A.; MONCADA B., M. DEL P.; GÓNGORA B., C.E.; ACUÑA Z., J.R.; MOLINA V., D.M. Genomic strategies to detect genes involved in resistance to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. In: INTERNATIONAL Plant and Animal Genome Conference, 16. San Diego (Estados Unidos), January 12-16, 2008. Final Abstracts guide. San Diego (Estados Unidos), Illumina, 2008. p. 277.**

The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), is the most devastating insect pest of coffee worldwide. To identify sources of resistance, we have conducted field evaluation of genotypes exhibiting antibiosis, QTL analysis to detect genes involved, analysis of genetic expression of coffee to insect attack, construction of cDNA libraries to identify candidate genes for resistance, and studied heterologous proteinaceous compounds against the pest (proteases, amylases, xylanases, chitinases). Oviposition reduction (27-35%) of *H. hampei* was observed on *Coffea arabica* accessions (CCC363, 359, 534) and *C. liberica* compared to the susceptible *C. arabica* Caturra variety. These genotypes have been used to develop F1 and F2 populations for QTL analysis to identify the type of inheritance, the number of genes and the regions of the genome involved on that reduction. The analysis of the F1 plants showed that the lower oviposition is conserved in *H. hampei* progeny. In addition, cDNA libraries of coffee beans (28 weeks old) of CCC 534 and *C. liberica* have been constructed and sequenced. EST analysis indicated the presence of chitinases, proteinases, gammathionins, phytocystatin and cisteins known to be associated to plant defense response against insects. Differentially expressed libraries were developed for Caturra and *C. liberica*, and CCC363, 359 and 534 after 72 hours of *H. hampei* infestation. The sequences from *C. liberica* were grouped on 55 unigenes: 31 were present on *C. arabica* libraries and 24 were unique to *C. liberica*. Further analysis with real time PCR and microarrays will allow verification of their function.

**GRANADA D., D.; MORENO B., A.M.; GARCÍA A., J. Estudio del sistema de producción frijol, relevo maíz intercalado en zocas de café. In: REUNION Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales, 54. San José (Costa Rica), Abril 14-18, 2008. Resúmenes. San José (Costa Rica), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, 2008. p. 156.**

El sistema de producción frijol en relevo con maíz, lo usan agricultores que practican agricultura de sub-sistencia. El objetivo fue estudiar este sistema para ofrecer opciones tecnológicas a los caficultores en tiempo de zoca a fin que se pueda aumentar la producción simultánea de maíz y frijol y al mismo tiempo bajar costos de producción, generar empleo y obtener ingresos adicionales, sin afectar la producción

de café. La metodología consistió en sembrar con manejo agronómico independiente, tres cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y frijol de crecimiento indeterminado tipo cargamento rojo en relevo. Como diseño se utilizó un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El análisis de varianza mostró que el crecimiento del café durante el primer año no se afectó por el intercalamiento del arreglo interespecífico frijol relevo maíz. Además se encontró que el mayor rendimiento se obtuvo con el híbrido FNC3054 (7.08 Ton/ha). El rendimiento del maíz regional y de la variedad ICA V-305 fue de 5.12 y 4.75 Ton/ha, respectivamente. Por tanto, los materiales de maíz mejorados pueden cumplir la función de tutor, su manejable altura evitaría problemas de volcamiento, además ayudaría a sustituir el tutorado artificial que es costoso. La producción media de frijol con tutor de maíz fue de 0.94 Ton/ha similar al promedio nacional de Colombia (0.90 Ton/ha) y se determinó que la época apropiada para sembrar el frijol puede ser a los 90 días después de la siembra del maíz (DDSM).

**MOLINA V., D.M.; ZAMORA E., H. Aislamiento y purificación de un inhibidor de aspártico proteasa para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 170-171.**

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) es la plaga que causa el mayor daño económico al cultivo, produce pérdidas considerables en el rendimiento y la calidad del grano. Las proteínas vegetales que podrían ser empleadas contra *H. hampei* incluyen las lectinas, los inhibidores de proteasas (IPs), los inhibidores de alfa-amilasas, las vicilinas y las arcelinas. Los IPs inhiben las principales proteasas digestivas utilizadas por los insectos plaga. En esta investigación, para identificar inhibidores de las aspártico proteasas de la broca se evaluaron las semillas de *Lupinus bogotensis*, *Brachiaria humidicola*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Hyptis suaveolens*, *Centrosema pubescens* y *Trifolium repens*. La mayor actividad inhibidora se encontró en los extractos de *L. bogotensis* con 676,4 unidades de inhibición por gramo de semilla. Con base en estos resultados se purificó un inhibidor de aspártico proteasa de *L. bogotensis*. Inicialmente, el extracto se paso a través de una columna de Econo pac DG<sup>10</sup> con el fin de eliminar pigmentos. Luego, se precipitaron las proteínas con sulfato de amonio, se dializaron y se pasaron a través de una columna de intercambio aniónico Q Sepharosa obteniéndose una proteína pura denominada IP1 con una actividad específica de 11212 U mg<sup>-1</sup> y un peso molecular de 17 Kda. Los zimogramas mostraron que IP1 fue específico contra las proteasas de la broca e inhibió "in vitro" eficientemente las aspártico proteasas de la broca, esto indica que esta proteína podría ser usada como una estrategia para el control del insecto mediante ingeniería genética.

**GIL P., Z.N.; BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A.E. Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca, *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 116.**

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. Se determinó el impacto de los frutos caídos sobre la dinámica de la broca después de la cosecha del café, para esto se realizó una investigación de tipo explicativa en cuatro localidades a 1200, 1300, 1500 y 1700 msnm, y se evaluaron cinco tratamientos: 0, 1, 5, 10, 15 y 20 frutos brocados dejados en el plato del árbol, se tuvieron 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. Los resultados indicaron porcentajes de infestación en el árbol mayores al 3% en todos los tratamientos, el incremento de la infestación entre los tratamientos fue de 0,47%, un solo fruto brocado en el suelo con 10 estados de broca incrementa en 3,2% la infestación en el árbol en un mes y en dos meses 0,4. En cuanto a la emergencia de la broca de frutos del suelo se ha encontrado un promedio de 29 brocas por tratamiento siendo mayor en los tratamientos 15 y 20.

**BASTIDAS O., A.; VELASQUEZ S., E.T.; BUSTILLO P., A.E.; VILLALBAG., D.A.; BENAVIDES M., P.; MARÍN M., P.; MONTOYA R., E.C. Evaluación de preformulados de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 74.**

Se evaluaron cinco preformulados (Pf) del hongo *B. bassiana* para el control de la broca; mediante pruebas de calidad se seleccionaron los dos más eficaces para ser evaluados en campo. En laboratorio, el porcentaje de germinación de los Pf presentó diferencias con respecto a esporas puras del hongo, corroborando incremento de estabilidad del formulado. En pruebas de humectabilidad los Pf 1 y 2 presentaron rápida humectabilidad (3 min.). Aunque los Pf 3, 4 y 5 se humectaron lentamente, se observó fácil desagregación mediante agitación manual. La prueba de suspensibilidad para los Pf 1 y 2 fue de 81.04% y 66.64% respectivamente, mientras que en los Pf 3, 4 y 5 las esporas flocularon o sedimentaron parcialmente durante el tiempo de prueba (50 min.), sugiriendo agitación periódica durante la aspersión en campo. Mediante la prueba de patogenicidad sobre broca se seleccionaron los Pf 3 y 4 con mortalidades de 97 y 98% y tiempo medio de mortalidad 4.43 y 4.68 días respectivamente. Los resultados en campo se mostraron (Tukey 5%) a favor del testigo comercial con

un porcentaje de 62.19% seguido por el Pf 4 con 32.32%, significativamente diferente de las esporas puras con 15.06%, indicando que la preformulación favorece la efectividad en campo con respecto a las esporas puras, aun cuando son valores inferiores al testigo comercial (arroz esporulado). La mortalidad del testigo comercial corrobora a *B. bassiana* como potencial biocontrolador y justifica la necesidad de continuar el diseño de formulaciones para aproximarse a los resultados de mortalidad en laboratorio (98%).

**VILLEGAS G., C.; ZABALA E., G.A.; BENAVIDES M., P.; RAMOS P., A.A. Identificación y hábitos de las palomillas asociadas a las raíces del café en el departamento del Quindío. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (colombia), SOCOLEN, 2008. p. 181.**

En el departamento del Quindío, se realizó un estudio con el fin de identificar los géneros de palomillas que se encuentran asociadas a las raíces del árbol de café, y evaluar su incidencia y hábitos. Se realizó un muestreo sistemático en 30 fincas y 30 árboles por finca en los municipios de Quimbaya, Montenegro, Calarcá y La Tebaida. Se evaluó también la presencia de palomillas en cultivos intercalados y arvenses. Igualmente se evaluaron las hormigas asociadas a las palomillas, y la presencia de otros organismos como nematodos, llagas radicales y malformaciones de la raíz. El análisis de los resultados mostró que el 64% de los árboles de café evaluados presentaron palomillas en las raíces, representados en cuatro géneros: *Puto*, *Neochavesia*, *Dysmicoccus* y *Pseudococcus*. Observaciones sobre los hábitos indican que su distribución es al azar dentro del lote y gregaria en las raíces; se presenta entre los 30 y 40 cm de profundidad dependiendo de la edad del árbol. A nivel general en cultivos de yuca, plátano y arvenses las palomillas encontradas no fueron constantes en género y localidad. Como principal insecto asociado a las palomillas se encontraron 19 géneros de hormigas todas ellas en una relación de simbiosis en donde sobresalen por su frecuencia *Tronopelta*, *Acropyga*, *Solenopsis*, *Brachymyrmex*, *Wasmannia* y *Pheidole*. Otros resultados indican que el 7% de los árboles registraron chizas, el 1% registraron incidencia de nematodos y llagas radicales y el 47% de los árboles registraron malformaciones de la raíz.

**MARÍN M., P.; BENAVIDES M., P.; GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A.E. Hongo micoparásito atacando la chinche de la chamusquina del café *Monalonion velezangeli* Carvalho y Costa (Hemiptera: Miridae). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 74.**

*Monalonion velezangeli* ha sido recientemente descubierto como causante de la chamusquina o quemazón de los cogollos del café, el cual se ha presentado en algunos municipios de los departamentos de Huila y Valle. Tanto las ninfas como el adulto se alimentan principalmente de los

brotos tiernos de la planta, dejando como evidencia del daño una quemazón en las hojas. Los adultos también se alimentan de las ramas tiernas y brotes florales ocasionando necrosis. En lotes afectados por la chinche se encontraron algunos enemigos nativos, entre los cuales se evidenció la presencia de un hongo entomopatógeno atacando un adulto. A nivel de laboratorio se realizó aislamiento y purificación de este hongo, el cual fue identificado como *Clonostachys* sp.. Este hongo ha sido reportado como micoparásito de hongos fitopatógenos de importancia económica; sin embargo, no había sido reportado como entomopatógeno. Por lo anterior se hicieron ensayos de patogenicidad a nivel de laboratorio con *Clonostachys* sp. sobre broca del café *H. hampei* y se encontró una mortalidad del 10% de adultos. Posteriormente, se realizó un nuevo ensayo de patogenicidad con el hongo reactivado sobre broca, y se registró una mortalidad del 80%. Igualmente, se realizaron aspersiones con *Clonostachys* sp. a una concentración de  $1 \times 10^7$  e/ml sobre insectos del género *Monalonion* mostrando preliminarmente una mortalidad del 80%.

**RAMÍREZ C., H.J.; GIL P., Z.N.; BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A.E. Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 115.**

El disturbio de la Chamusquina es un nuevo problema fitosanitario que afecta los brotes tiernos del cultivo de café y fue reportado inicialmente en la Serranía de Minas del departamento del Huila. Ante el desconocimiento del agente causal, se realizó un estudio entomológico para determinar si los insectos se encontraban involucrados a este problema. Para esto, se realizaron muestreos de insectos con la aspiradora D-vac sobre árboles de café en fincas afectadas por el disturbio y se realizaron recolecciones manuales de insectos sobre brotes de café y otras especies de plantas vecinas. De las muestras recolectadas, se seleccionaron 12 morfoespecies basados en su abundancia o en su capacidad de producir el tipo de lesión característico del disturbio. Las especies seleccionadas se utilizaron en pruebas de recuperación de síntomas sobre brotes sanos de café y se efectuaron evaluaciones diarias para estimar la proporción de brotes con lesiones de chamusquina. Los resultados obtenidos permitieron determinar que el agente causal de la chamusquina es un insecto perteneciente al orden Hemiptera, de la familia Miridae identificado como *Monalonion velezangeli*. Este hallazgo se convierte en el primer reporte de esta especie afectando árboles de café en el ámbito mundial. Adicionalmente, se realizaron evaluaciones preliminares para conocer la biología y hábitos de este insecto y se estableció un plan de manejo inicial en el campo.

**LÓPEZ N., J.C.; CASTAÑO M., A.M.; RODRÍGUEZ G., D. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de nematodos**

**entomopatógenos, para control de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae).** In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 71.

Bajo condiciones de invernadero y simulando condiciones de suelo durante tres meses, se evaluó el efecto de la aplicación individual de *Steinernema colombiense* y en mezcla con *Heterorhabditis bacteriophora* de tres concentraciones de Juveniles Infeccivos (60.000, 30.000 y 5.000/bandeja) sobre frutos de café brocados. Se utilizó un diseño completamente aleatorio conformado por seis tratamientos y un testigo sin nematodos. Cada tratamiento incluido el testigo estuvo conformado por 10 bandejas, en las que se depositaron 60 frutos previamente brocados. En cada bandeja se colocó una trampa para la captura de brocas adultas. Se evaluó la tasa diaria de emergencia de adultos de broca y la sobrevivencia del nematodo determinada mediante la técnica de insecto trampa con *Galleria mellonella*. La mayor concentración (60.000 JI) de las aplicaciones individuales de *S. colombiense* y en mezcla con *H. bacteriophora* causaron reducción de la emergencia de broca hasta en un 65%. La menor concentración evaluada (5.000 JI/bandeja), no presentó diferencias con el testigo en ninguna de las modalidades. Lo anterior pudo deberse, al escaso número de nematodos/fruto encontrados después de la aplicación para los tratamientos individual y en mezcla ( $0,8 \pm 0,3$  y  $1,7 \pm 0,6$  promedio  $\pm$  E.E). Bajo las condiciones evaluadas, se pudo comprobar la permanencia hasta tres meses tanto de *S. colombiense* como de *H. bacteriophora* después de su aplicación al suelo. Se discute sobre la necesidad de realizar estudios de eficacia biológica de las aplicaciones de nematodos para control de broca del café.

**JARAMILLO R., J.L.; BENAVIDES M., P.; GIL P., Z.N.; CONSTANTINO C., L.M.; OSPINA P., C.M. Distribución e incidencia de *Corthylus* n. sp en la Reserva de Río Blanco.** In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 115.

Las plantaciones forestales de aliso, *Alnus acuminata*, localizadas en la cuenca de Río Blanco, Manizales-Caldas, se han visto afectadas por *Corthylus* n. sp (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), este insecto ambrosial está asociado a hongos como *Fusarium solani*, *Fusarium* sp. y *Ceratocystis* sp., que causan la muerte del árbol. Con el fin de determinar la dinámica de vuelo y la distribución e incidencia del insecto en las plantaciones de aliso de la Reserva, se tomaron ocho lotes representativos, en los que se establecieron trampas de alcohol durante un mes, dentro de los lotes se trazaron tres transectos, cada uno con un área circular de 250 m<sup>2</sup>, donde se determinó la incidencia del daño, contando el número de árboles afectados sobre el número de árboles totales en cada transecto; en los árboles afectados se evaluó el nivel de daño contando el número de árboles con perforaciones, el número de árboles con presencia de aserrín o exudado y el número de árboles con presencia de hongos o

con tronco partido sobre el total de los árboles, por último, se midió la altura a la que ocurre el ataque. El mayor número de capturas se realizó en el lote "Reserva" donde se presentaron hasta 21 individuos; en los lotes "Retiro" y "Río Blanco" se capturaron la menor cantidad (2 individuos) sugiriendo que la distribución del insecto dentro de la reserva se presenta de manera agregada. Se presentan resultados de incidencia, así como los resultados preliminares de la cría de *Corthylus* en una dieta artificial.

**BENAVIDES M., P.; CONSTANTINO C., L.M.; CORTINA G., H.A.; ROMERO, J.V. Evaluación de la mezcla de introducciones de café con efecto de antibiosis a la broca, *Hypothenemus hampei*, sobre su capacidad reproductiva.** In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 54-55.

Recientes avances en la búsqueda de fuentes de resistencia a la broca del café indicaron que varias introducciones de café *Coffea arabica*, de origen Etíope y una de *C. liberica* presentaron un efecto de antibiosis a este insecto, representado en la disminución de alrededor de 30% de la oviposición. Estos compuestos, posiblemente de naturaleza química, presentes en el endospermo del grano actúan contra la biología de la broca, bien sea por factores nutricionales o compuestos del metabolismo secundario de las plantas que pueden afectar adversamente la nutrición, la reproducción o el desarrollo del insecto y conferir características de antibiosis a la planta. Se estudió la mezcla de estas introducciones de café en dietas artificiales para determinar un posible sinergismo. Para esto se montaron crías de broca en las introducciones de *C. arabica* de origen Etíope y *C. liberica* y las mezclas entre estas, comparadas con un testigo susceptible *C. arabica* var. Caturra. El experimento se realizó mediante un diseño completamente aleatorio con 13 tratamientos y 40 repeticiones, donde la unidad experimental fue un vial con una hembra adulta en 5g de dieta. Se contabilizó el número de individuos por hembra fértil después de 28 y 35 días de haber sido infestadas las dietas. Los resultados indicaron que el promedio de oviposición fue significativamente más alto en el control susceptible Caturra que en las mezclas de introducciones de café con efecto de antibiosis respectivamente.

**BENAVIDES M., P. Evaluación de trampas artesanales para el control de la broca del café en condiciones de campo.** In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 163.

Con el fin de buscar alternativas económicas y eficientes para capturar adultos de broca en el campo, se seleccionó un diseño artesanal que se comportó de manera similar a los dispositivos comerciales en las capturas en campo. Posteriormente se evaluaron estas trampas mediante investigación participativa en condiciones de finca para lo cual se evaluó la captura de adultos de broca provenientes

de frutos infestados del suelo, se determinó la capacidad de estas para disminuir poblaciones de broca a través del tiempo, y su uso como barreras de protección en cafetales vecinos a lotes zoqueados. Las evaluaciones de campo permitieron comparar las capturas de broca cuando las trampas se localizaron a 0,4m y 1,5m del suelo, capturando  $247 \pm 13$  y  $125 \pm 8$  adultos respectivamente. El porcentaje de infestación entre dos parcelas, una conteniendo 40 trampas/ha y otra sin trampas, no mostró diferencias significativas en la infestación en campo durante los primeros nueve meses de evaluación. Estos resultados nos indican que no se puede recomendar el uso de estas trampas como control de broca, su adopción deberá estar dirigida a evaluar el vuelo de la broca a través del tiempo. El uso de las trampas durante el zoqueo de cafetales infestados puede ser usada para evitar la dispersión de la broca hacia los cafetales vecinos. Estas deberán ubicarse al menos cada 10 árboles en los 3 primeros surcos del cafetal vecino. Los resultados indican que a medida que se alejan las trampas en los surcos vecinos al zoqueo, las capturas disminuyen.

**BENAVIDES M., P. Búsqueda de dispositivos para la eliminación y captura de frutos de café durante la cosecha sanitaria en el zoqueo de cafetales infestados por broca, *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 164.**

Con el fin de disminuir poblaciones de la broca, mediante cosecha sanitaria, durante el zoqueo de cafetales infestados, se realizó una investigación en campo donde se evaluaron dispositivos para el desprendimiento de frutos de árboles de café y estrategias para la captura de frutos del suelo en dos actividades independientes. Se evaluaron inicialmente 4 dispositivos y un control manual para desprender los frutos del árbol. Para esto se utilizó un diseño de bloques al azar con 6 repeticiones. Posterior a la selección del mejor dispositivo en esta actividad, se evaluaron 4 estrategias para la captura de los frutos mediante el mismo diseño experimental. Los resultados obtenidos con las variables cantidad de frutos dejados, cantidad de broca retirada en los cafetales zoqueados, así como el tiempo de la labor, sugieren que se puede recomendar el uso de guantes de cuero de cerdo o "vaqueta" durante el desprendimiento manual de frutos. Igualmente, el uso de mallas de sarán para capturar los frutos en el suelo y recolectarlos, seguido de recipientes recolectores con lengüeta, demostraron dejar el menor número de frutos en el cafetal y retirar la mayor cantidad de broca durante el zoqueo de cafetales infestados. Los resultados de esta investigación permitieron sugerir una nueva estrategia de manejo de broca durante el zoqueo de cafetales infestados por broca para evitar su dispersión.

**RIVERA E., P.A.; BENAVIDES M., P. Efecto de la temperatura en los parámetros poblacionales del parasitoide de la**

**broca del café *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae) en condiciones de campo. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 82.**

Con el fin de conocer algunos parámetros poblacionales de *Prorops nasuta* a diferentes temperaturas, se determinó el periodo generacional y la longevidad del adulto en tres fincas cafeteras localizadas a 1200, 1500 y 1700 msnm. Con el fin de determinar el periodo generacional, se seleccionaron aleatoriamente 200 árboles donde se escogió una rama productiva del tercio medio con frutos sanos de 150 días de desarrollo fisiológico; estas se acondicionaron con mangas entomológicas que posteriormente fueron infestadas con broca en proporción 3:1. Cuando el promedio de estados biológicos de broca por fruto fue superior a 6, se procedió a liberar avispas de *P. nasuta* en las mangas en proporción 2:1. Cada tres días, se contabilizó el número de estados de la broca y del parasitoide hasta la aparición de adultos en la progenie de las avispas liberadas. Con el fin de determinar la longevidad de las avispas, se ubicaron 10 jaulas en muselina en cada localidad conteniendo 100 hembras del parasitoide y 100 granos de café pergamino húmedo con 22 días de infestados con broca. Cada 10 días se evaluó la sobrevivencia de las avispas. Los resultados del periodo generacional de *P. nasuta* desde su oviposición hasta la emergencia del primer adulto fueron de 34, 34 y 49 días para las respectivas altitudes, sin embargo las unidades térmicas acumuladas fueron de 367.55, 301.7 y 390.75 grados día respectivamente. La longevidad del adulto fue de 70, 70 y 60 días con un porcentaje de sobrevivencia de 0.4, 1.9 y 1.3% respectivamente.

**NAVARRO E., L.; BENAVIDES M., P. Estimación del tamaño del genoma y avances en genómica comparativa de dos especies del género *Hypothenemus* (Coleoptera: Curculionidae. Scolytinae). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 66.**

Los tamaños del genoma de *Hypothenemus hampei* e *H. obscurus* fueron estimados usando PCR cuantitativa en tiempo real (qRT-PCR). Para ello, se empleó la cuantificación del número de fragmentos de un gen de copia única por genoma en muestras de ADN de ambas especies. Como control, se utilizó *Drosophila melanogaster* la cual ha sido estimada previamente. Los resultados permitieron estimar los siguientes tamaños genómicos: *H. hampei* =  $110.4 \pm 8$  Mb; *H. obscurus* =  $105,8 \pm 12$  Mb; *D. melanogaster* =  $180.7 \pm 14$  Mb. Igualmente, el valor C (tamaño del genoma haploide) se estimó como: *H. hampei* =  $0.121 \pm 0.01$  pg; *H. obscurus* =  $0.116 \pm 0.01$  pg; *D. melanogaster* =  $0.198 \pm 0.02$  pg. *H. hampei* e *H. obscurus* poseen los genomas con menor tamaño dentro del orden Coleoptera hasta ahora estimados y uno de los más pequeños en Insecta. Este pequeño tamaño del genoma de ambas especies puede ser el resultado evolutivo de la adaptación a la extrema endogamia y la haplodiploidia

funcional. Análisis comparativos de familias específicas de genes entre ambas especies, a partir de librerías de cDNA de longitud completa depositadas en CoffeeBank (Cenicafé), muestran algunas diferencias en la expresión de glicosidasas, proteasas, citocromos P450 y glutatión S-transferasas. Las diferencias en la expresión de estas familias de genes podrían estar relacionadas con diferencias biológicas entre las especies. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**BERRÍO E., A.; BENAVIDES M., P. Evaluación de la meiosis y del potencial de partenogénesis en la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mediante técnicas citológicas. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 53.**

En este estudio se evaluó el potencial partenogenético y la haplodiploidía de la broca del café mediante técnicas citológicas. Para esto se criaron hembras fértiles y vírgenes sobre dietas artificiales de café, en las cuales se contabilizaron los huevos ovipositados semanalmente por hembra y se realizaron placas citológicas de estos huevos para su observación bajo microscopio. Los resultados mostraron que el 19% de las hembras vírgenes y el 46% de las fértiles ovipositaron. Las brocas vírgenes que ovipositaron dejaron en promedio 6,5 huevos, de los cuales todos fueron inviables, igualmente el análisis citológico no mostró evidencias de núcleos. Estos resultados indicaron que los huevos no fertilizados de broca no contenían embriones en formación y por lo tanto no fue posible obtener descendencia partenogenética. Se sugiere que la partenogénesis reportada en la broca puede ser un hecho accidental y por lo tanto insuficiente para alterar los procesos reproductivos y de transmisión alélica en las poblaciones de broca. De manera paralela, se estandarizó en este estudio un protocolo para estudiar la meiosis y los mecanismos de segregación cromosómica en machos y hembras de la broca. Esta evaluación determinó que los mecanismos cromosómicos en la espermatogénesis son anormales. Mediante este estudio se podrá determinar si la haplodiploidía funcional afecta total o parcialmente el genoma de la broca, aspectos relevantes en la reproducción del insecto. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**MANTILLA A., J.G.; GAITÁN B., A.L.; GÓNGORA B., C.E. Estudio de la expresión de los genes relacionados con la patogenicidad del hongo *Beauveria bassiana* hacia la broca del café utilizando la técnica de PCR en tiempo real. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 65.**

El hongo *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) es el controlador biológico más importante de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Con el propósito de entender la interacción

hongo insecto, previamente se identificaron 10 secuencias de genes que se expresan diferencialmente en el hongo durante el proceso de infección. Con el fin de validar estos resultados, por la técnica de PCR en tiempo real (qRT-PCR), utilizando el fluorocromo SYBR Green de QIAGEN, se cuantificó la expresión diferencial de dos de estos genes: un gen homólogo a una proteasa alcalina y un gen de lipasa. Para esto, se extrajo ARN total a partir de micelio de la cepa Bb9205 sometida a dos tratamientos: crecimiento en medio SDB con 1% de extracto de levadura y crecimiento en medio mínimo con broca al 10% por 18 y 24 horas. A partir del ARN total se sintetizó la primera cadena de ADNc y se amplificaron fragmentos de 200 pares de bases de los genes por PCR con primers específicos. Para cada muestra en cada tiempo se utilizaron tres réplicas técnicas y tres biológicas. El gen GADPH fue el normalizador y el gen de interés expresado en el tratamiento de SDB fue el calibrador. Por el método de la curva estándar se realizó la cuantificación. Los genes de proteasa alcalina y lipasa normalizados cada uno a la expresión del gen GADPH y relativo al calibrador se inducen significativamente. De acuerdo a estos resultados, estos genes son candidatos para realizar sobreexpresiones en *B. bassiana* y bioensayos de virulencia sobre la broca del café. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**IDÁRRAGA O., S.M.; GAITÁN B., A.L.; RIVERA S., L.F.; CRISTANCHO A., M.A.; GÓNGORA B., C.E. Respuesta de las plantas de café *C. arabica* var *Caturra* y *Coffea liberica* a la infestación con la broca del café *Hypothenemus hampei*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 171.**

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) Coleoptera: Curculionidae es la plaga más importante del cultivo. Dentro del género *Coffea*, *C. arabica* es susceptible al insecto, mientras que en *C. liberica* los insectos muestran una disminución en su tasa intrínseca de crecimiento. Para caracterizar la interacción café broca en estos genotipos, se construyeron dos librerías de ESTs a partir del RNA total de frutos de *C. arabica* y *C. liberica* infestados artificialmente con broca por 24 horas. Con 6000 clones secuenciados por librería se generó una base de unigenes, ensamblando todas las secuencias con CAP3 y obteniéndose 3634 singletons y 1454 contigs. Para cada contig se determinó la proporción de secuencias presentes de las dos especies, detectándose expresión diferencial entre especies. Usando ESTscan, se encontraron marcos de lectura candidatos para 75% de los unigenes, y estos se anotaron con BLASTn, BLASTx e InterproScan. En el 49% de los casos se encontraron similitudes significativas con proteínas conocidas. En total, 1210 proteínas diferentes fueron agrupadas en 295 categorías funcionales. En particular, 117 funciones se asociaron a mantenimiento celular y 70 a respuestas a estrés. En *C. arabica* se obtuvo la mayor expresión relativa de proteínas involucradas en desarrollo de semilla, glicólisis y fotoinducción, mientras que para *C. liberica*

se encontró inducción de proteínas de defensa, quitinasas y de biosíntesis de lignina. El entendimiento de la genómica funcional y la identificación de rutas metabólicas inducidas por insectos plaga provee herramientas para aprovechar el recurso genético existente en el manejo contra la broca. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**VALDES G., S.P.; CÁRDENAS R., A.B.; GÓNGORA B., C.E. Relación entre resistencia de *Beauveria bassiana* a la luz ultravioleta en condiciones de laboratorio y virulencia contra la broca del café en campo. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 73.**

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* presenta un gran potencial como controlador biológico de insectos, sin embargo, la eficacia de este microorganismo depende en gran parte de su persistencia bajo condiciones de campo, la cual se ve afectada por la radiación solar, particularmente por las longitudes de ondas UV-A y UV-B. En estudios realizados bajo condiciones de laboratorio y campo, se ha encontrado que existe una mayor mortalidad en laboratorio causada por la mezcla de cepas de baja virulencia ((Bb 9001, Bb9024 y Bb9119), comparada con la cepa Bb9205 de alta virulencia, sin embargo bajo condiciones de campo tanto la mezcla como la cepa Bb 9205 presentaron un porcentaje de mortalidad altos. Con el propósito de conocer cuales son las posibles causas para dicho comportamiento se realizó una evaluación de resistencia a luz UV de cepas de *B. bassiana* entre las que se evaluaron tres cepas ARSEF (Bb718, Bb1053 y Bb2997), las cepas de baja virulencia individualmente (Bb 9001, Bb9024 y Bb9119), la mezcla de estas , la cepa Bb 9112.GFP transformada con el gen de la proteína verde fluorescente, y las cepas Bb 9205 de alta virulencia. Todas fueron sometidas consecutivamente a luz UV-A, UV-B y luz visible por un período de 15 min, encontrándose un mayor porcentaje de resistencia a luz UV con la cepa Bb 9205 que con la mezcla de baja patogenicidad, lo que quizás esta favoreciendo a dicha cepa de tal manera que presente un porcentaje de mortalidad similar a la mezcla bajo condiciones de campo. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**PADILLA H., B.E.; ACUÑA Z., J.R.; VÁSQUEZ O., J.J.; RUBIO G., J.D.; FLOREZ R., C.P. Identificación de una endo $\beta$ -manasa en el tracto digestivo de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 64.**

El galactomanano es un componente de las paredes celulares de la semilla del café y corresponde al 22% de los polisacáridos que la componen. En los jugos digestivos de la broca se encuentran enzimas que transforman este polisacárido en

moléculas simples que son absorbidas por el insecto en el proceso de nutrición. En este trabajo se identificó por primera vez en el genoma de un insecto, una endo- $\beta$ -mananasa que se expresa en el intestino de la broca. Se obtuvo la secuencia completa del gen y se clonó en un vector de expresión *in vitro*, empleando células de *Spodoptera frugiperda* (SF9) mediante la metodología del baculovirus recombinante. La proteína recombinante se purificó a partir de cultivos de células transfectadas y se verificó su actividad enzimática mediante reacción con galactomanano extraído del café. La endo  $\beta$ -mananasa de la broca tiene un peso molecular de 35.62 Kda, un punto isoeléctrico de 4.72 y una actividad enzimática en el rango de pH 5 a 11 y 15-50°C. Estudios de genómica comparativa con la "falsa broca" (*Hypothenemus obscurus*) permitieron establecer una hipótesis sobre el origen evolutivo del gen de la mananasa que le confirió a la broca una ventaja adaptativa para conquistar al grano de café como el nicho donde cumple su ciclo de vida.

**ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P. Variabilidad genética de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae. Scolytinae). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 65.**

La broca del café es una especie con muy baja variabilidad genética debido a que su comportamiento reproductivo le asegura un alto grado de endogamia; sin embargo, se ha demostrado que existe variabilidad entre poblaciones de diferentes regiones geográficas del país. Con el objetivo de evaluar la variabilidad genética de la broca del café, utilizando la técnica AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), se evaluaron 60 combinaciones de *primers* EcoRI/MseI sobre siete poblaciones colombianas de broca provenientes de regiones geográficamente contrastantes (Vegachí-Antioquia, Chinchiná-Caldas, Jagua de Ibirico-Cesar, La Plata-Huila, Santa Marta-Magdalena, Consacá-Nariño y Chinacota-Santander). A partir del análisis del porcentaje de polimorfismo entre las muestras, se seleccionaron las cinco combinaciones de *primers* más polimórficas (AC/CAG, AT/CTG, TC/CTC, AC/CTC, AA/CTC) para realizar comparaciones a nivel de familia, entre familias y entre poblaciones colombianas de 70 localidades. Diez familias fueron extraídas a partir de frutos brocados con una sola perforación provenientes de la Hacienda La Gaucha (Pereira Risaralda), el ADN de cada uno de los estados fue extraído individualmente utilizando el método de extracción salina. Posteriormente, perfiles genéticos de cada estado de broca fueron generados mediante AFLP y analizados mediante matrices binarias. Como era de esperarse, a nivel de familia, la variabilidad genética fue extremadamente baja. Se discutirán los agrupamientos genéticos a nivel de poblaciones provenientes de varias áreas geográficas de Colombia. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**HERNÁNDEZ H., E.; BENAVIDES M., P. Aspectos reproductivos en *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al gen Rdl. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 55.**

En varias especies de insectos se han evidenciado alteraciones de índole reproductivo asociadas con la resistencia a insecticidas. Si no hay presión de selección, el genotipo resistente al insecticida presenta una desventaja con relación al genotipo susceptible, de lo contrario el alelo de resistencia sería bastante común antes de la selección. Para esto se evaluaron las progenies de 30 hembras RR (homocigotas resistentes para el gen Rdl) y SS (homocigotas susceptibles) respectivamente mediante muestreos destructivos en intervalos de cuatro días durante cuarenta días. Simultáneamente, alrededor de 100 huevos de cada genotipo fueron criados en dieta artificial para obtener la sobrevivencia hasta la adultez y el radio sexual. Los resultados mostraron que el promedio total de estados para los genotipos SS fue de 0,7, mientras que para los RR fue de 0,3. La mortalidad acumulada en las hembras fue de 50% y 36%, mientras que la supervivencia hasta la adultez fue de 86% y 71% para SS y RR respectivamente. La desviación del radio sexual de machos a hembra (1:10) fue significativa solo en los genotipos RR. La condición de resistencia no influyó sobre la proporción de estados biológicos dentro la estructura interna poblacional, sin embargo si se presentó una menor mortalidad, un menor número de progenie por hembra y mostró una desviación significativa del radio sexual a 1 a 5. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**ACUÑA Z., J.R.; PADILLA H., B.E.; FLOREZ R., C.P.; RUBIO G., J.D.; VÁSQUEZ O., J.J. Inhibidores de glico-hidrolasa como fuente de resistencia promisoria a la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 63.**

La broca es un insecto que se reproduce y se alimenta en el grano del café, causando la caída de frutos y pérdidas en la calidad. En los jugos digestivos de la broca se encuentran enzimas que transforman las moléculas complejas del grano de café en moléculas más simples que puedan ser absorbidas por el insecto en el proceso de nutrición. En este trabajo se construyeron librerías de cDNA a partir de genes expresados en el intestino medio de la broca y se desarrollaron mapas proteómicos a partir del mismo tejido. Se identificaron, mediante técnicas de genómica y proteómica, enzimas de tipo glicósido- hidrolasas que son blanco potencial para la acción de inhibidores heterólogos, entre ellas una xilanasas. En una segunda fase, se realizó la búsqueda de inhibidores de tipo proteico reportados en la literatura para las principales enzimas identificadas, encontrando que algunos cereales y

leguminosas contenían este tipo de proteínas para dos de las enzimas de interés, las xilanasas y poligalacturonasas. Se aisló y purificó un inhibidor proteico de xilanasas proveniente de *Triticum aestivum* var. Soisson. En pruebas bioquímicas esta proteína produjo un 100 % de inhibición de las xilanasas de la broca, siendo el gen que lo codifica un candidato promisorio de resistencia a la broca del café. A partir del ADN genómico de la variedad Soisson se clonó el gen que codifica para este inhibidor.

**DIAS, L.G.; BACCA I., R.T.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P. Redescubrimiento de *Leptohyphes ecuador* Mayo (Ephemeroptera: Leptohyphidae), primer registro para Colombia y descripción del adulto. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 179.**

El género *Leptohyphes* Eaton (Ephemeroptera) posee una amplia distribución en Suramérica. En Colombia, estos insectos son muy comunes en los ríos de la región Andina. Sin embargo, en el país apenas se conocen tres especies, *L. albipennis*, *L. coconuco* y *L. nigripennis*, descritas recientemente por Molineri & Zúñiga (2006). *Leptohyphes ecuador* fue descrito por Mayo (1968), basado en ninfas colectadas en Cotopaxi, Ecuador en 1945. Desde este periodo esta especie no había sido reencontrada. En este año en colectas realizadas en Sandoná, Departamento de Nariño, la especie fue nuevamente registrada. *L. ecuador* es una especie peculiar del género *Leptohyphes*, debido a que las ninfas presentan una distintiva proyección aguda en la región distal del fémur posterior, además de un par de proyecciones en la cabeza, pronoto y mesonoto. En este trabajo se presenta el primer reporte de *L. ecuador* para Colombia y la descripción del adulto. Para confirmar la asociación entre adultos y ninfas de esta especie fueron realizadas crías de ninfas en laboratorio. También fueron generados los perfiles de bandeó de ADN a través de la técnica del AFLP para la comparación de ninfas y adultos de la especie. Las características distintivas del adulto están relacionadas a la forma del pene y patrón de coloración.

**GIRALDO B., A.M.; RINCÓN, E.A.; GIL P., Z.N. Muestreo de *Corthylus* sp. en plantaciones de aliso *Alnus acuminata* en las cuencas de río Blanco y río Chinchiná en Caldas. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 156.**

En plantaciones de aliso de las cuencas del río Blanco y del río Chinchiná en Caldas, PROCUENCA-FAO y CENICAFÉ iniciaron la red de monitoreo para insectos barrenadores de tallos, con trampas Brocatrap(a) desde julio de 2007 hasta febrero de 2008, con el objetivo de monitorear sus poblaciones e identificar las principales especies que afectan considerablemente la madera. El área total plantada en aliso en las dos cuencas corresponde a 1.301,9 hectáreas, de las

cuales se monitorearon 201,77 (15.5%) en la cuenca de río Blanco y los predios La Fe, Romerales, El Popal, Los árboles, La Aurora y Siete Cueros de la cuenca del río Chinchiná. En el laboratorio de Entomología de Cenicafé se procesaron 99 muestras correspondientes a 32 lotes y las características morfológicas de machos y hembras se tuvieron en cuenta para la identificación de *Corthylus* sp. En total se recolectaron 147 adultos de *Corthylus* sp. y la mayor población se presentó en el lote Los Medios de río Blanco, y La Chuspa y Aserrío Alto en la cuenca del río Chinchiná, presentándose como la principal plaga forestal que afecta las plantaciones de *Alnus acuminata* en las dos regiones estudiadas, seguida por la presencia de insectos barrenadores Coleoptera: Curculionidae aún sin identificar. La relación de hembras y machos de *Corthylus* sp. fue de 1:7 a favor de los machos, la mayor proporción de hembras se presentó en septiembre, agosto y noviembre de 2007 y la cantidad de machos fue proporcional entre agosto y diciembre de 2007. Los lotes con mayor número de individuos fueron: Los Medios, La Chuspa, Plan de la Estación, El Retiro y Río Blanco en los cuales predominó la presencia de machos de *Corthylus* sp. sobre las hembras.

**OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A. Hydraulic device for cleaning and sorting of coffee fruits. In: INTERNATIONAL Conference of Agricultural Engineering; CONGRESSO Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37. Foz de Iguazu (Brasil), Agosto 31 - Septiembre 4, 2008. Foz de Iguazu (Brasil), 2008. 5 p.**

In order to separate low quality coffee berries with densities lower than water (floats) and hard and heavy materials like stones and metallic parts (hard objects - HOs) from the raw coffee that enters to the processing plant, it was evaluated a hydraulic separating device developed in Cenicafé, which includes a precipitation hopper and a incline screw conveyor (SHTS), The evaluation was conducted in separators with 3 diameters of the screw conveyor (3, 4 and 6"), four speeds of rotation (100, 200, 300 and 400 rpm) and three inclination angles (40, 60 and 80°). Average efficacy of separation of floats and hard objects of 96,7% and 88,2%, respectively, were obtained. Experimental data of capacity and specific power (kW/m) were fitted to polynomial models of 2nd and 3rd degree obtaining, in general, good fitting in the rank of speed of rotation considered. Based on the obtained results, it can be concluded that the SHTS is an appropriate device to complement the ecological technology for the wet process of coffee berries. 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 ó OD) que llegan con el café en cereza al beneficiadero, se evaluó un dispositivo hidráulico de tolva y tornillo sinfín (SHTS) desarrollado en Cenicafé, considerando 3 diámetros de tornillo sinfín (3, 4 y 6"), cuatro velocidades de rotación (100, 200, 300 y 400 rpm) y tres ángulos de elevación (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 elevación 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 elevación, 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 1° a 4° 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.

**SADEGHIAN K., S. Alternativas para el manejo de la fertilidad del suelo y la nutrición de cafetales. In: INTEGRACION Nacional sobre Nutrición y Fertilización de Café, 1. San Andrés (Colombia), Julio 15-18, 2008. 16 p.**

En este documento se presenta una breve revisión del estado del arte acerca de la nutrición del café en cada una de las etapas del cultivo (almácigo, crecimiento y producción), con el propósito que los criterios consignados sirvan de guía para tomar las mejores decisiones en materia de la nutrición de los cafetales en el país.

**RINCÓN, E.A.; OSPINA P., C.M.; GIL P., Z.N. Insectos plaga asociados al nogal cafetero *Cordia alliodora*. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 117.**

La reforestación comercial con especies nativas como el Nogal cafetero ha venido disminuyendo debido a los bajos rendimientos y a las pérdidas económicas de la plantación, producto de la falta de un programa de mejoramiento genético y del desconocimiento del manejo silvicultural y de los problemas fitosanitarios asociados a la especie. Por esta razón, la Federación Nacional de Cafeteros y el Ministerio de Agricultura han emprendido estudios enfocados al diagnóstico de los problemas fitosanitarios; con el objetivo de contribuir a la reforestación comercial de las especies nativas y a determinar los principales problemas entomológicos de la especie, su incidencia, y formular medidas de manejo oportunas. Para esto se visitaron plantaciones de Nogal cafetero en localidades: Chinchiná, Manizales y Villa María (Caldas), Buenavista (Quindío), Belén de Umbría (Risaralda), Cartago (Valle del Cauca), El Tambo (Cauca), Ciudad Bolívar (Antioquia), Líbano (Tolima), Pueblo Bello (Cesar) y Floridablanca (Santander). Los resultados indicaron que los insectos asociados al Nogal cafetero fueron *Dyctyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae), *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), *Torvochrminus poeyi* (Hemiptera: Lygaeidae), *Desmiphora* sp. (Coleoptera:

Cerambycidae), *Ancylys* sp. (Lepidoptera: Pyralidae), *Aleurotrachelus* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae), *Attacephalotes* (Hymenoptera: Formicidae), *Manduca florestan* (Lepidoptera: Sphingidae) y *Epitrix* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), estos resultados indican que existe una alta población de insectos en la plantación, de los cuales siete especies son altamente limitantes y las restantes son plagas potenciales.

**HOLGUÍN, C.P.; PEÑA, J.E.; HENRY, T.; ACEVEDO B., F.E. Biología de *Stethoconus praefectus* (Heteroptera: Miridae), predador de *Pseudacysta perseae* (Heteroptera: Tingidae) plaga del aguacate. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 35. Cali (Colombia), Julio 16-18, 2008. Resúmenes. Cali (Colombia), SOCOLEN, 2008. p. 80.**

Se descubrió recientemente en Florida, Estados Unidos, a *Stethoconus praefectus* (Distant) (Heteroptera: Miridae) depredando el chinche de encaje del aguacate, *Pseudacysta perseae* (Heteroptera: Tingidae). Se investigaron en condiciones de laboratorio ( $60 \pm 5$  HR y 12:12 de horas luz) el ciclo biológico y la efectividad de las ninfas y adultos de *S. praefectus* como depredador de *P. perseae* y durante mayo a diciembre de 2007 se evaluaron las poblaciones del predador en diferentes sitios del sur de Florida. El desarrollo de *S. praefectus* desde huevo hasta adulto duró  $16.5 \pm 0.179$  días a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ . Los primeros cuatro instares consumieron 2 a 4 presas por día mientras que los últimos dos instares consumieron un promedio de dos a 7 chinches de encaje por día. Las hembras consumieron en promedio  $12.2 \pm 2.5$  mientras que los machos  $5.7 \pm 0.8$ . Las poblaciones de *P. perseae* incrementaron de julio a septiembre y disminuyeron a partir de este mes. *S. praefectus* se encontró en el campo desde el mes de agosto, hasta diciembre, 2007, la mayor población se observó en el mes de octubre. Los resultados de este estudio sugieren que adultos y ninfas de *S. praefectus* ayudan a mantener la población de *P. perseae* en bajos niveles en el sur de Florida.

**ARCILA P., J. Fisiología de la adquisición, transporte y utilización de los nutrientes minerales. In: INTEGRACION Nacional sobre Nutrición y Fertilización de Café, 1. San Andrés (Colombia), Julio 15-18, 2008. 25 p.**

Se discuten diferentes aspectos relacionados con la disponibilidad, formas de adquisición y utilización de los nutrimentos minerales en las diferentes fases de desarrollo de la planta de café y sus órganos, conocimiento que es de importancia para la planeación de las épocas oportunas para la realización de las prácticas culturales como aplicación de fertilizante, control de plagas, enfermedades y arvenses, cosecha, entre otras.

**GONZÁLEZ O., H. Consideraciones sobre algunas unidades de suelo de la zona cafetera colombiana. In: INTEGRACION Nacional sobre Nutrición y Fertilización de Café, 1. San Andrés (Colombia), Julio 15-18, 2008. 24 p.**

Colombia cuenta con una gran diversidad de climas, paisajes, rocas, minerales, fauna y flora. La zona cafetera del país no es ajena a dicha riqueza y con la combinación de estos recursos ha desarrollado una amplia gama de suelos, en los cuales han quedado grabados más de 200 años de cultura cafetera. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia consciente de este gran potencial emprendió estudios para su mejor entendimiento y junto con los resultados de clima y relieve definió regiones en las cuales las plantaciones de café tienen un comportamiento similar en manejo, crecimiento y producción. Este estudio se conoce como "Ecotopos Cafeteros de Colombia" y contemplan la delimitación e identificación de suelos con un perfil semejante y los asocia en unidades cartográficas. Dichas unidades cuentan con la descripción morfológica, física y química de al menos un perfil característico, a partir del cual puede generarse una aproximación para su posible uso potencial. Dado que esta información se encuentra fragmentada en diversas publicaciones, el presente documento tiene como objetivo presentar de manera resumida algunos aspectos claves que permitan tanto a los caficultores como los extensionistas, identificar algunas unidades de suelos en su región, de tal forma que sirva como material de apoyo para la toma de decisiones relacionadas con el manejo del cultivo del café.

**VILLARREAL P., D.; BERTRAND, B.; LAFFARGUE, A.; POSADA S., H.E.; LASHERMES, P.; DUSSERT, S. Chemometric discrimination of coffee (*Coffea arabica* L.) genotypes and growing origins. In: COLLOQUE Scientifique International sur le Café, 22. Campinas (Brasil), Septiembre 14-19, 2008. Paris (Francia), ASIC, 2008.**

The objective of this work was to compare the effectiveness of three chemical families - namely elements, chlorogenic acids (CGA) and fatty acids (FA) - for the discrimination of Arabica genotypes (traditional versus modern introgressed lines) and potential terroirs within a given coffee growing area. The experimental design included three Colombian locations (Location 1, Location 2, and Location 3) in full combination with five (one traditional and four introgressed) Arabica genotypes and two field replications. Elements, chlorogenic acids and fatty acids were analyzed in coffee bean samples by ICP-AES, HPLC and GC, respectively. Analysis of variance (ANOVA), principal component analysis (PCA) and discriminant analysis (DA) were carried out to compare the three methods. A significant effect of the location was observed for almost all compounds measured, as inferred by two-way ANOVA, revealing the potential of the three chemical classes studied for discriminating coffee terroirs within a given country. The effect of the genotype was highly significant with most of the chlorogenic and fatty acids measured. By contrast, most of the elements analysed showed no significant differences among genotypes. Though elements provided an excellent classification of the three locations studied, as estimated by combined PCA-DA approach, this chemical class was useless for genotype discrimination. Chlorogenic acids gave satisfactory

results, but fatty acids clearly offered the best results for the determination of both genotypes and environments, with very high percentage of correct classification (79 and 90%, respectively). In order to take advantage of both climatic and soil diversity, one major practical recommendation which can be drawn from the present work would thus to undertake the simultaneous analysis of FA and elements for coffee origin authentication. El objetivo de este trabajo fue comparar la eficacia de tres familias químicas a saber: los elementos, los ácidos clorogénicos (CGA) y los ácidos grasos (FA) para la discriminación de genotipos de Arabica (tradicionales versus genotipos introgresados) y su posible relación con las condiciones de origen "terroirs" dentro de una área determinada de cultivo de café. El diseño experimental incluyó una combinación de tres localidades Colombianas (Localidades 1, 2 y 3) y cinco genotipos de Arabica (uno tradicional y cuatro introgresados) con dos réplicas de campo. Los elementos, los ácidos clorogénicos y los ácidos grasos fueron analizados en muestras de granos de café por ICP-AES, HPLC y GC, respectivamente. Los análisis de varianza (ANOVA), de componentes principales (PCA) y discriminante (DA) fueron realizados para comparar los tres métodos. Un efecto significativo de la localidad fue observado para la mayoría de los compuestos analizados, revelando así el potencial de las tres clases de compuestos químicos estudiados para la discriminación de terroirs para una región específica dentro un país determinado. El efecto del genotipo fue altamente significativo con la mayoría de los ácidos clorogénicos y de los ácidos grasos medidos. Por el contrario, la mayoría de los elementos analizados no mostraron diferencias significativas entre genotipos. Aunque los elementos proporcionaron una excelente clasificación de las tres localidades estudiadas, esta variable química fue menos útil para la discriminación de los genotipos. Los ácidos clorogénicos dieron resultados satisfactorios, pero los ácidos grasos ofrecieron claramente los mejores resultados para la determinación tanto de los genotipos como de los ambientes, con porcentajes muy altos de clasificación correcta (79 y 90%, respectivamente). Con el fin de aprovechar tanto de la diversidad del clima como de la diversidad de suelo, una importante recomendación práctica que puede extraerse de este trabajo sería la de llevar a cabo análisis simultáneos de ácidos grasos y elementos para la autenticación del origen del café.

**MANTILLA A., J.G.; IDÁRRAGA O., S.M.; GAITÁN B., A.L.; GÓNGORAB., C.E. Transcript analysis of the entomopathogen *Beauveria bassiana* during the infection process on the coffee berry borer. In: ANNUAL Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, 41 ; International Conference on *Bacillus thuringiensis*, 9. Coventry (Inglaterra), Agosto 3-7, 2008. Warwick (Inglaterra), University of Warwick, 2008.**

Para entender el proceso infectivo del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la Broca del café *Hypothenemus hampei*, cDNAs de longitud completa fueron obtenidos

de micelio de la cepa Bb9205 creciendo por 4 h en medio mínimo con 10% p/v de brocas, y de esporas creciendo por 24h en medio mínimo mas Broca. Una librería diferencial fue igualmente construida por hibridación sustractiva de mRNA de Bb92905 creciendo en SDB (driver) y en un medio mínimo mas broca (tester). Un total de 2300 clones secuenciados de cada una de las librerías de longitud completa, mas 250 clones producidos por hibridación sustractiva fueron verificados por calidad y ensamblados en 2401 unigenes (598 contigs y 1803 singletons) con un tamaño promedio de 690bp. La anotación contra GenBank resultó en 1% de los unigenes correspondiendo a secuencias ribosomales, 44% sin parecidos significativos (asociados a contigs de familias numerosas), 44% relacionados con proteínas hipotéticas de función desconocida y 11% (269) significativamente similares a proteínas con función conocida. Secuencias anotadas con expresión relativa alta y asociadas a patogenicidad están relacionada con respuesta a choque térmico, metabolismo de oxígeno activo, producción de antibióticos, y actividad de proteasa. Se requiere el análisis detallado de los patrones de expresión de esos transcritos para determinar su papel e importancia en la virulencia.

**POSADA S., H.E.; FERRAND, M.; DAVRIEUX, F.; LASHERMES, P.; BERTRAND, B. Stability across environments of the coffee variety near infrared spectral. In: COLLOQUE Scientifique Internationale sur le Café, 22. Campinas (Brasil), Septiembre 14-19, 2008. Paris (Francia), ASIC, 2008.**

Earlier work on food plants showed that NIRS applications appeared to be effective for authenticating varieties. In our work, we confirmed that result for coffee varieties, but we also showed that inter-variety relations 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 work was to find a way of reducing environmental variance in order to increase measurement reliability and enable practical application in breeding. Spectral collections were obtained on ground green coffee samples from agronomy trials. Two harvests of bean samples from 11 homozygous introgressed lines, and the cv 'Caturra' as the control, supplied from 3 different sites, were compared. For each site, squared Mahalanobis distances between the 12 varieties were estimated based on NIR spectra. Matrix correlation coefficients between matrices were assessed by the Mantel test. The higher the coefficients, the more we concluded that inter-variety relations were identical from one environment to another. We showed that very good stability was obtained for inter-variety relations across the sites when using the two harvests data. At the same time, the spectrum was regarded as a succession of phenotypic variables, each resulting from an environmental and genetic effect. Heritabilities were calculated with confidence intervals. The stability of inter-variety relations was largely increased if only the most heritable zones of the spectrum were kept.

It could therefore be considered that a coffee variety can be characterized by a NIRS signature acquired over a set of harvests. We indicated how this typical signature can be used in breeding to assist in selection.

**GÓNGORA B., C.E.; IDÁRRAGA O., S.M.; SÁNCHEZ S., M.A.; GAITÁN B., A.L.; CASTROT., A.M.; RIVERAS., L.F.; CRISTANCHO A., M.A.; YEPES, M.; BUELL, R. Differential gene expression response of *Coffea arabica* and *C. liberica* to coffee berry borer attack. In: COLLOQUE Scientifique Internationale sur le Café, 22. Campinas (Brasil), Septiembre 14-9, 2008. Paris (Francia), ASIC, 2008.**

The coffee berry borer (CBB), *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) is the most important coffee pest in Colombia. No sources of natural resistance have been identified in *Coffea* sp. against the insect, except for some levels of antibiosis present in *C. liberica*. A coffee cDNA microarray was developed to do transcriptional analysis and conduct functional genomics studies of the molecular interaction between coffee and CBB, characterize the response of coffee plants under CBB attack, and establish the bases of the *C. liberica* antibiosis. A normalized library of the susceptible genotype *Coffea arabica* var. Caturra (mixed tissues) was constructed, and two *C. liberica* normalized libraries: one from leaves and one from fruits infested with CBB. A total of 33,263 cDNAs were sequenced and arrayed at TIGR including: 19,074 from *C. arabica* and 14,189 from the two *C. liberica* libraries. The array was hybridized with RNA extracted from *C. arabica* and *C. liberica* fruits either untreated or after 24 or 72 h of infestation with CBB. Four biological replicas were done per treatment. Overall a total of 2,585 genes were differentially expressed following CBB infestation. Statistical analysis revealed shifts in expression with 25 different patterns. Interestingly, 520 clones showed significantly higher induction in *C. liberica* versus the susceptible *C. arabica* var. Caturra, at both 24h and/or 72h. Many of the upregulated genes were related to enzymes involved in stress response, insect defense, and transcriptional regulation. There were also a few clones related to cellular maintenance and photosynthesis. In this group, there were genes involved in the jasmonic acid pathway, supporting our previous findings on the activation of this metabolic route in genotypes exhibiting CBB antibiosis. The expression patterns observed indicate differential transcriptional responses against CBB in the two species which can be used to generate new sources of resistance that are absent in the known genetic pool of cultivated varieties.

**SANZ U., J.R.; MARTÍNEZ C., V.M.; OLIVEROS T., C.E.; MORENO C., E.L.; RAMÍREZ G., C.A. Stabbing of coffee fruits with pointed objects for harvesting purposes. In: INTERNATIONAL Conference of Agricultural Engineering; CONGRESSO Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37. Foz de Iguazu (Brasil), Agosto 31 - Septiembre 4, 2008. Foz de Iguazu (Brasil), 2008. 4 p.**

In order to determine the viability of selectively detaching coffee fruits from the trees, the forces needed to stab mature and immature coffee fruits were determined with five different pins, as well as their retention forces. One was a steel pin, other was a commercial 12,7 mm tack and the last three had conic heads with different diameters. The conic headed pins were made of stainless steel with maximum diameters of 1,0, 1,5 and 2,0 mm. A universal mechanical testing machine, INSTRON - 5569, with a 1 kN load cell was used for the tests. The mature and immature fruits used for the tests were 217 and 203 days after blossom, respectively. The largest conic headed pin (2,0 mm) presented the greater retention force on mature fruits, a mean of 5,4 N, which is a little more than a half of the force needed to detach mature coffee fruits by tension. In addition, it was observed that the force needed to stab immature fruits was about four times the force needed to stab mature fruits which makes this coffee-picking method look promising.

**RAMÍREZ G., C.A.; ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. Tool for coffee harvesting in high density plantations. In: INTERNATIONAL Conference of Agricultural Engineering; CONGRESSO Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37. Foz de Iguazu (Brasil), Agosto 31 - Septiembre 4, 2008. Foz de Iguazu (Brasil), 2008. 4 p.**

In order to increase the picker's capacity and reduce the unit cost of coffee harvesting, it was designed a portable tool, named DESCAFÉ IV, driven by an electric 150-W 24-VDC motor. The electromechanical device was evaluated in coffee plantations between 36 and 60 month of age, of the Colombia variety, with trees separations between 1,2 and 1,4 m, rows separations between 1,4 and 1,6 m and terrain slopes up to 100%. Plastic meshes were put on the ground of the aisles to catch the detached fruits. The meshes had Velcro zipper in the two longer borders to be joined one to another in order to cover the total area beneath the trees. With this technology it was obtained a capacity of up to 24,6 kg/h, it was detached more than 95% of the ripe fruits on the trees and an immature fruits content of less than 5%. With the DESCAFÉ IV it was obtained a maximum cost reduction of 9,2% compared to the manual way, fact that makes this tool promising. The fruit losses were kept below 5 fruits per tree.

**SADEGHIAN K., S.; MURGUEITIO R., E.; MEJÍA, C.E.; RIVERA, J.M. Efecto de los sistemas de uso y manejo del suelo en la zona cafetera del departamento del Quindío. In: CURSO Escuela Latinoamericana de Física de Suelos, 9. Física de Suelos y el Manejo de la Tierra y el Agua en Zonas de Ladera. Cuenca (Ecuador), Octubre 1-10, 2007. Cuenca (Ecuador), Universidad de Cuenca, 2007. 8 p.**

Con el objetivo de determinar los efectos de la transformación de cafetales en otros sistemas de uso y aportar elementos para la elaboración del plan de ordenamiento territorial, se evaluaron las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en 8 agroecosistemas comunes en el departamento

del Quindío. Los sistemas estudiados fueron: 1. Guadales y bosques nativos; 2. Cafetales tecnificados; 3. Cafetales tradicionales; 4. Ganaderías intensivas para la producción de leche; 5. Ganaderías intensivas para la producción de carne; 6. Ganaderías extensivas; 7. Cultivos transitorios; 8. Cultivos de cítricos. Se tuvieron en cuenta las dos principales unidades de suelos de la región, ubicadas en su mayoría entre 1200 y 1600 m.s.n.m. Los guadales y bosques nativos, tomados como patrón de comparación, exhibieron mejores características que los demás sistemas de uso. Los cafetales tradicionales se asemejaron en mayor grado a los sistemas anteriores y presentaron los promedios más elevados en el número de organismos, tamaño de los agregados, CIC y los contenidos de Cu y B. En los cafetales tecnificados se encontró menores promedios de actividad microbiana, materia orgánica, pH, CIC, Ca y Mg, frente al sistema tradicional de manejo, y el contenido de Al intercambiable fue mayor, sin llegar a niveles tóxicos. La siembra consecutiva de cultivos transitorios en terrenos provenientes de café modificó de manera negativa las propiedades biológicas, el tamaño de los agregados, la conductividad hidráulica y la compactación subsuperficial del suelo, en especial cuando se comparan estos efectos frente a los cafetales tradicionales. El establecimiento de cultivos de cítricos también afectó los parámetros biológicos, tamaño de los agregados y modificó la textura original. En terrenos donde se reemplazaron los cafetales por ganaderías intensivas se afectaron en forma negativa la diversidad de la mesofauna, el flujo del agua y el volumen de los espacios porosos, mientras que se incrementaron los contenidos de K y Fe. En estos sistemas el pisoteo de animales durante 2-3 años produjo una compactación similar a la ocasionada por la ganadería extensiva con un tiempo de uso mayor de 15 años. Se pudo concluir que los sistemas de uso y manejo han tenido una influencia notable sobre las características de los suelos estudiados en un corto tiempo. En los ambientes poco intervenidos se presenta una menor degradación y se ha propiciado el mejoramiento de este recurso. Los resultados obtenidos en este estudio sirvieron como criterios básicos para la reglamentación del uso y manejo del suelo en 10 municipios del departamento del Quindío.

**SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. Efecto del uso y manejo sobre las propiedades físicas de algunos suelos de la zona cafetera colombiana. In: CURSO Escuela Latinoamericana de Física de Suelos, 9. Física de Suelos y el Manejo de la Tierra y el Agua en Zonas de Ladera. Cuenca (Ecuador), Octubre 1-10, 2007. Cuenca (Ecuador), Universidad de Cuenca, 2007. 9 p.**

Con el fin de estudiar el efecto del uso y manejo sobre algunas propiedades físicas del suelo, se tomaron muestras en cafetales tecnificados y tradicionales, potreros y bosques o guadales, ubicados en ocho unidades cartográficas de la zona cafetera colombiana. Para seis profundidades a través del perfil se estudiaron las siguientes características: resistencia a la penetración, densidad aparente, porosidad total,

macroporos, estabilidad de agregados, humedad de campo y contenido de materia orgánica. Los resultados indicaron la estrecha relación entre estas propiedades indicando que cualquier aumento o disminución en una de ellas, deriva cambios en las otras características. En el cafetal tecnificado y el potrero, se registraron los mayores valores de densidad aparente y resistencia a la penetración y por ende menor proporción de macroporos y estabilidad de agregados. Entre el cafetal tradicional y el sistema poco intervenido (Bosque o gradual) se observaron comportamientos similares, asociados a los aportes de biomasa reflejados por mayores contenidos de materia orgánica, la cual pudo ser responsable en gran parte del aumento de los macroporos y la estabilidad de agregados, así como la reducción en los valores de resistencia a la penetración y densidad aparente.

**SALAZAR G., L.F.; MEDINA L., S.B.; BARRERA G., J.E. Estudio de los movimientos masales en suelos de la zona cafetera colombiana y su prevención y manejo mediante bioingeniería. In: CURSO Escuela Latinoamericana de Física de Suelos, 9. Física de Suelos y el Manejo de la Tierra y el Agua en Zonas de Ladera. Cuenca (Ecuador), Octubre 1-10, 2007. Cuenca (Ecuador), Universidad de Cuenca, 2007. 8 p.**

La erosión acelerada de los suelos es un problema ambiental de gran importancia el cual es más acentuado en las zonas de ladera. Los movimientos masales aunque no se enmarquen dentro del concepto de erosión, al ser definidos como desplazamientos de masas de suelo o roca, causados por exceso de agua en el terreno y por efecto de la fuerza de gravedad, son problemas recurrentes y de importancia en Colombia, estimándose que el 16% del área se encuentra afectada por dicho fenómeno, causando pérdidas económicas muy altas al país reiteradas año tras año. Los suelos de la zona cafetera colombiana son de reciente formación correspondientes a los ordenes entisol, inceptisol y andisol, heterogéneos en sus propiedades físicas y químicas, con pendientes de longitudes largas y de inclinación muy fuerte que sumados a la alta intensidad y frecuencia de las lluvias la convierten en una región susceptible a los movimientos masales. En esta zona se presentan recurrentemente movimientos masales de tipo rotacional, planar, flujos, reptaciones y erosión avanzada como las cárcavas, los cuales causan pérdidas materiales multimillonarias y afectan a cientos de miles de personas cada año. A pesar de los estudios detallados sobre los suelos de la zona cafetera realizados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia son pocos los que cuantifican los parámetros de resistencia al corte y su relación con otras propiedades del suelo, lo cual contribuiría al conocimiento de la susceptibilidad de los suelos e implementar prácticas de uso y manejo tendientes a su prevención. Para favorecer la resistencia al corte de los suelos de la zona cafetera, además de conservar la vegetación arbórea y arbustiva, se debe conservar y mejorar la materia orgánica del suelo. Tanto las propiedades físicas (índice de plasticidad, resistencia a la penetración) como químicas (materia orgánica, pH, Al) tienen

estrecha relación con la resistencia al corte de los suelos estudiados. La vegetación juega un papel muy importante en la estabilidad de las laderas, debido a que influye en varias vías en la regulación hídrica y en el incremento de la resistencia al corte. Bajo esta premisa se han investigado los tratamientos de prevención y control de movimientos masales mediante bioingeniería, los cuales son ambiental, social y económicamente viables para las zonas tropicales húmedas de ladera.

**BOTERO E., J.E.; LENTIJO J., G.M.; LÓPEZ L., A.M.; ARBELAEZ A., D.; GÓMEZ E., J.P.; DURAN M., S.M.; SÁNCHEZ C., L.M. Migratorias boreales en zonas cafeteras de Colombia. In: INTERNATIONAL Partners in Flight Conference, 4. Texas (Estados Unidos), February 13-16, 2008. Tundra to Tropics. Connecting Birds, Habitats and people. Texas (Estados Unidos), 2008.**

En estudios sobre biodiversidad en zonas cafeteras de Colombia, Cenicafé ha obtenido información sobre las aves migratorias que pasan la temporada invernal en estas regiones. Se han registrado 30 especies migratorias boreales terrestres en más de 40 localidades, en cafetales, bosques y otros elementos del paisaje cafetero. La riqueza y abundancia de migratorias varió entre regiones y hábitats e incluso entre estos dependiendo de su manejo y estado de conservación. Un grupo de estas especies esta presente en la mayoría de las localidades (*Piranga rubra*, *Catharus ustulatus* y *Dendroica fusca*), pero para otras se cuenta con pocos registros que indicarían restricciones en su distribución (*Dendroica castanea* y *Piranga olivacea*). Se han registrado especies de importancia para la conservación (*Dendroica cerulea*) usando cafetales con sombra. En estudios a nivel regional, las migratorias representaron entre el 7.5% y el 14% de las especies de cada localidad, pero hubo diferencias entre tipos de hábitats. El 63% de los individuos migratorios fueron observados en cafetales con sombra, 21% en remanentes de vegetación natural y 12% en áreas arboladas. Cafetales con sombrero heterogéneo, como los de San Gil, Santander, albergaron la mayor riqueza de migratorias (19.8% de las especies y el 13.2% de los individuos encontrados). Los resultados obtenidos confirman la importancia del paisaje cafetero de Colombia para la supervivencia de las aves migratorias boreales. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre la ecología y comportamiento de estas especies, que permitan diseñar y aplicar herramientas de conservación con las comunidades rurales.

**SÁNCHEZ C., L.M.; BOTERO E., J.E.; DURÁN M., S.M.; VÉLEZ A., J.G.; GARCÍA C., R. Habitat contribution to biodiversity conservation in three coffee producing landscapes in Colombia. In: ANNUAL Meeting Society for Conservation Biology. Tennessee (Estados Unidos), July 13-18, 2008. Tennessee (Estados Unidos), Society for Conservation Biology, 2008.**

We evaluated habitat contributions to biodiversity conservation in three agricultural landscapes in the Colombian Andes, using plants, birds and ants. Shade coffee plantations dominated all landscapes, but other land-uses were included in a gradient from natural vegetation remnants to open productive systems. We sampled vegetation in plots, birds in point counts and ground ants using traps. Regional diversity was high for all groups. Communities were dominated by generalist species adapted to intervention but also featured some rare, forest dwellers. Remnants had the highest plant diversity but not the highest bird or ant diversity, although they had the highest vulnerable-species richness. Shade coffee made the largest contribution to bird diversity and a high one to ant diversity, depending on shade characteristics and landscape context, with a species composition intermediate between remnants and open treed land-uses. Variation in community composition between habitats was high for plants, as a direct result of human intervention; intermediate for birds, which seemed to respond to vegetation structure; and low for ants, with many species using most habitats. The most urgent measures to conserve the remaining fraction of the original biota are protection and enrichment of natural habitats, incentives that allow shade coffee to continue as the major productive system, biodiversity friendly management strategies, and increases in tree cover and connectivity.

**ARISTIZÁBAL V., G.E.; ROJAS A., J.M.; CHAPARRO C., M.C.; GÓMEZ P., C.R. Las competencias laborales y su aplicación en la implementación de las buenas prácticas agrícolas en la cadena productiva del café. In: CONGRESO Mundial de Competencias Laborales, 2. Bogotá (Colombia), Septiembre 16-19, 2008. Bogotá (Colombia), 2008. 17 p.**

En el presente artículo se desarrolla una metodología para llevar a cabo un proceso de formación y certificación en competencias laborales en la cadena productiva de café, el cual esta fundamentado en la implementación de un sistema integrado de gestión en buenas prácticas agrícolas para garantizar el mejoramiento continuo de la empresa cafetera y contribuir en el cumplimiento de los requisitos de calidad de los consumidores actuales.

**BOTERO E., J.E.; SÁNCHEZ C., L.M.; PIZANO G., M.C. Ciencia, biodiversidad y agricultura tropical para el siglo XXI. In: SEMINARIO Ciencia y Agricultura Tropical para el siglo XXI. Bogotá (Colombia), Septiembre 10-12, 2008. Bogotá (Colombia), FNC - Cenicafé, 2008.**

La expansión e intensificación de la agricultura ha contribuido a la alimentación y desarrollo económico de la humanidad; pero estos beneficios han traído un enorme costo ambiental, convirtiéndose en una de las mayores causas de la pérdida de biodiversidad y degradación de los ecosistemas del mundo. Al reflexionar sobre la ciencia y agricultura tropical para el siglo XXI, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo satisfacer el incremento en la demanda de alimentos y materias primas sin acabar la biodiversidad y los servicios ambientales?

En esta presentación resaltamos los resultados de las investigaciones del Programa de Biología de la Conservación sobre la biodiversidad en el paisaje cafetero, mencionando sus potenciales y amenazas y planteando líneas de investigación hacia el futuro. Hemos aprendido que: 1. La biodiversidad a nivel regional aumenta con la heterogeneidad espacial presente en las regiones cafeteras colombianas gracias a la diversidad de cultivos, usos del suelo, tipos de caficulturas y tamaños de las fincas. Esa biodiversidad es muy diferente a la de los ecosistemas naturales originales de cada región, pero soporta más especies de bosque que los paisajes rurales homogéneos. 2. Hemos encontrado una rica diversidad para algunos grupos taxonómicos (más de 400 especies de aves, más de 50 de murciélagos solo en el Eje Cafetero, más de 500 de plantas), pero grupos como los anuros han sido seriamente afectados por la intervención. 3. Los fragmentos de vegetación natural son un refugio para la fauna original de la región, que por lo general están situados en tierras privadas. Sin embargo gran parte de la biodiversidad asociada a bosques ya se ha perdido, y la que quedan está en peligro debido a la intervención, deterioro, tamaño y aislamiento de los fragmentos. 4. En aquellas regiones del país donde aún se cultiva el café bajo sombra, se crea una matriz del paisaje amigable con la biodiversidad, pero no todos los tipos de sombra son iguales desde el punto de vista de la conservación, y bajo ninguna circunstancia reemplazan los bosques. 5. Aquellos elementos tradicionales en los paisajes cafeteros que aumentan la cobertura arbórea, promueven la conectividad para la fauna y pueden hacer aportes importantes a la diversidad; desafortunadamente aún no son utilizados de forma deliberada en procesos de planeación ecológica del paisaje. 6. El contexto regional ayuda a determinar las especies presentes en cada elemento del paisaje, más allá de las diferencias en la composición y estructura interna de los hábitats. 7. La conservación es más

efectiva cuando las características benéficas y los elementos favorables se agregan a escalas espaciales mayores en una región. 8. Las certificaciones ambientales al café pueden ser verdaderas herramientas de conservación, pero su aporte debe ser monitoreado, evaluado, y adaptado a las condiciones regionales. 9 El enfoque participativo permite pasar de la investigación a la conservación. La red creada por el servicio de extensión de la Federación Nacional de Cafeteros y la organización del gremio cafetero facilitan este tipo de trabajos. 10. Los desarrollos de Cenicafé para una producción sostenible permiten reducir impacto ambiental de la caficultura, pero debemos evaluar y monitorear su efecto sobre la biodiversidad. Este es apenas un comienzo. Debemos llevar la investigación hacia la ecología del paisaje, la evaluación, valoración y monitoreo de bienes y servicios ambientales; el uso de especies nativas, el impacto de las especies invasoras y del cambio climático, la evaluación de las certificaciones ambientales al café, los enfoques participativos para la conservación, y el desarrollo de herramientas de conservación efectivas, tanto de manejo del paisaje, como legales y sociales. La biodiversidad debe incorporarse como un elemento fundamental en la investigación para la agricultura sostenible, para así aprovechar los potenciales y mitigar las amenazas sobre las zonas cafeteras Colombianas.

### **DIV 0602 REUNIONES TECNICAS**

Se llevaron a cabo 18 reuniones técnicas

### **DIV 0603 - DÍAS DE CAMPO**

Se realizaron de 3 días de campo.

## VI. Productos de investigación

### Productos de Cenicafé

Producto	Número
Anuarios Meteorológicos	1
Artículos Revista Cenicafé	30
Artículos Revista Extranjera	14
Artículos Revista Nacional	10
Avances Técnicos	11
Biocarta	1
Boletín Técnico	1
Capítulos en Libros	5
Conferencias	2
Folletos y Trabajos Monográficos	4
Informes	7
Libros	4
Multimedia	1
Ponencias en Congresos	58
Posters	4
Seminarios	28
Tesis de Pregrado	12
Tesis de Especialización	1
Tesis de Maestría	8
Tesis de Doctorado	1

### Productos por disciplina

DISCIPLINAS	TOTAL	POC	ARC	SEM	TESIS	ARE	AVT	ARN	INF	TESM	CAP	POST	FLI	LIBR	CONF	BIC	TESE	TESD	BOT	ANU
ACL	7			1				1	4											1
BDC	10	4	1	1		2										1			1	
BIO	3			1	1					1										
ECO	5		2	1						1							1			
ENT	65	27	7	8	4	4	1	7		2	2	1	1	1						
ETI	11	3	1	3			1						2	1						
FIS	1				1															
FIT	12	2	6	1			3													
GEN	4	3							1											
ING	19	3	3	5	1	3	2						1	1						
MEG	13	2	2	4		3				1		1								
PAT	27	9	3	2	2	2	1	1		1	1	2			2			1		
QIN	6		1		1		2		2											
SUE	15	5	4	1	2		1			1	1									
TOTAL	198	58	30	28	12	14	11	9	7	7	4	4	4	3	2	1	1	1	1	1

## Productos por tipo

### Anuario Meteorológico

Código	Título del Producto
34508	Anuario meteorológico cafetero 2006.

### Artículos Revista Cenicafé

Código	Título del Producto
35480	Almácigos de café con distintas proporciones de lombrinaza en suelos con diferente contenido de materia orgánica.
35029	Alternativas de control químico para la prevención y manejo de la resistencia de arvenses al glifosato.
35030	Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales.
35159	Análisis económico del efecto de la roya en la variedad Caturra y progenies con resistencia incompleta.
35475	Análisis genético de la resistencia incompleta a <i>Hemileia vastatrix</i> en progenies de Caturra x Híbrido de Timor.
35476	Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional.
35477	Caracterización morfológica y citológica de árboles de <i>Coffea arabica</i> L., regenerados por cultivo "in vitro" de polen aislado.
35165	Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento.
35469	Contenido de ácidos clorogénicos en granos de <i>Coffea arabica</i> L. y <i>C. canephora</i> , según el desarrollo del fruto.
35478	Efecto de la cobertura arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café, en una localidad de la zona cafetera sur de Colombia.
35471	Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café.
35470	Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café, en la zona cafetera norte de Colombia.
35166	Eficacia de mezclas de cepas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> en el control de la broca del café.
35167	Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia.
35168	Estudio de metodologías para la conservación de urediniosporas de la roya del cafeto.
35031	Estudio del sistema de producción fríjol relevo maíz, intercalado en zocas de café.
35032	Evaluación del desempeño técnico y ambiental de un desmucilagador de café con rotor de varillas.
35169	Evaluación del establecimiento de <i>Cephalonomia stephanoderis</i> y <i>Prorops nasuta</i> , controladores de <i>Hypothenemus hampei</i> , en Colombia.
35170	Evolución de razas de <i>Hemileia vastatrix</i> en Colombia.
35160	Identificación de enemigos naturales de <i>Hypothenemus hampei</i> en la zona cafetera central colombiana.
35161	Impacto económico del proyecto de café especial "La Vereda" en el municipio de Riosucio, Caldas.
35033	Método rápido y económico para la extracción de ADN genómico en la broca del café y su uso en PCR.
35034	Optimización de la cría de <i>Galleria mellonella</i> (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café.
35162	Pérdidas de nitrógeno por volatilización en cafetales en etapa productiva.
35163	Pérdidas de suelo por erosión en sistemas de producción de café con cultivos intercalados.
35472	Propiedades aerodinámicas de los frutos de café.
35164	Relación de <i>Glomus manihotis</i> y <i>G. fasciculatum</i> con el crecimiento de plantas de café y la severidad de la mancha de hierro.
35473	Respuesta de los frutos de café a la espetación.
35474	Respuesta del maíz a la fertilización química en la zona cafetera central de Colombia.
35479	Selección de aislamientos de <i>Beauveria bassiana</i> virulentos a <i>Compsus</i> n. sp.

## Artículos Revista Extranjera

Código	Título del Producto
34301	A comparison of <i>Anopheles gambiae</i> and <i>Plasmodium falciparum</i> genetic structure over space and time.
34760	A new entomopathogenic nematode, <i>Steinernema colombiense</i> n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), from Colombia.
34931	Alimentary canal and reproductive tract of <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae).
34300	Comparison of the effectiveness of fatty acids, chlorogenic acids, and elements for the chemometric discrimination of coffee ( <i>Coffea arabica</i> L.) varieties and growing origins.
33637	Depredación de <i>Hypothenemus hampei</i> por hormigas durante el secado solar del café.
34237	Enfoques participativos en investigación como una herramienta de conservación de las aves en zonas cafeteras de Colombia.
35465	Ent-3,4-seco-labdane and ent-labdane diterpenoids from <i>Croton stipuliformis</i> (Euphorbiaceae).
33573	Epicarp characterization of coffee fruit by atomic force microscopy.
35449	Increased pathogenicity against coffee berry borer, <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae) by <i>Metarhizium anisopliae</i> expressing the scorpion toxin (AaIT) gene.
34236	Investigación y conservación de aves en paisajes rurales neotropicales.
33502	Las enfermedades del café: logros y desafíos para la caficultura colombiana del siglo XXI.
34770	SECAFE Parte I: Modelamiento y simulación matemática en el secado mecánico de café pergamino.
34771	SECAFE Parte II: Recomendaciones para el manejo eficiente de los secadores mecánicos de café pergamino.
33379	Silencing of the N family of resistance genes in <i>Nicotiana edwardsonii</i> compromises the hypersensitive response to tobusviruses.

## Artículos Revista Nacional

Código	Título del Producto
35434	Adherencia de las esporas de <i>Beauveria bassiana</i> formuladas en polvo y líquido sobre la broca del café.
34406	Descripción de nuevas especies de rhopaloceros para Colombia (Lepidoptera: Pieridae, Nymphalidae, Satyrinae, Ithomiinae, Riodinidae).
33544	Distribución de la lluvia en cuatro coberturas vegetales de la zona andina colombiana.
35081	Efecto de dos nematodos entomopatógenos sobre <i>Cosmopolites sordidus</i> (Coleoptera: Dryophthoridae).
11823	El conocimiento como soporte de la agricultura.
34404	Ilustración de tipos en rhopaloceros colombianos recientemente descritos (Lepidoptera: Nymphalidae, Lycaenidae y Riodinidae) con notas sobre su estatus taxonómico.
33768	Interacciones de las micorrizas arbusculares (MA) con <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Meloidogyne javanica</i> en raíces de <i>Tabebuia rosea</i> .
34773	Morfología del tracto digestivo y sistema reproductor femenino de <i>Compsus</i> sp. (Coleoptera: Curculionidae).
33574	Parasitoides para el control biológico clásico de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari), en Colombia.
34467	Registro y notas bionómicas de una nueva plaga del aguacate <i>Laurencella colombiana</i> (Hemiptera: Margarodidae) en Colombia.

## Avances Técnicos

Código	Título del Producto
34465	Monalonion velezangeli: la chinche de la chamusquina del café.
23932	Aprovechamiento de la energía calórica de estufas campesinas para el secado del café.
34464	Composición elemental de los frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha.
34877	Fertilización del maíz en la zona cafetera colombiana.
34466	Germinadores de café: construcción, manejo de <i>Rhizoctonia solani</i> y costos.
35482	Manga para la recolección manual de café. Experiencia de investigación participativa.
35174	Propagación de los cítricos.
34878	Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio.
35175	Riesgos para la calidad por la comercialización de café pergamino húmedo.
34879	Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado.
35221	Sistema: Fríjol relevo maíz", intercalado en zocas de café; una opción para diversificar la producción.

## Biocarta

Código	Título del Producto
34099	Una visita a las comunidades cafeteras que estudian las aves.

## Boletín Técnico

Código	Título del Producto
35481	Estudio regional de la biodiversidad en los paisajes cafeteros de Santander.

## Capítulo de Libro

Código	Título del Producto
34858	Actualización y tendencia en la fertilización de café.
33582	Efeito do clima, variedades, tratamentos agronomicos e colheita na qualidade do café colombiano.
34761	Hormigas cazadoras (Formicidae: grupos Poneroides y Ectatomminoide) en paisajes cafeteros de Colombia.
35502	Mariposas diurnas y nocturnas.
33329	World reports: Colombia.

## Conferencias

Código	Título del Producto
35258	La Nueva Biología a través de la lente de la caficultura colombiana.
35249	Recent advances in genetic and biological solutions to reducing biotic stress factors to coffee production in Latin America.

## Folleto

Código	Título del Producto
35292	Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana; el guayacán rosado o roble <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.
35539	Investigación Participativa. Proyecto de validación del Método Gravimet.
35492	Manejo adecuado de residuos. Trabajemos para conservar el medio ambiente.
34307	Susceptibilidad del salivazo de los pastos <i>Aeneolamia</i> sp. a nematodos entomopatógenos nativos.

## Informes

Código	Título del Producto
35483	Caracterización climática del ecotopo 206B y de un sector de la cuenca del río La Miel. Departamentos de Caldas y Tolima.
35484	Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica en el Ecotopo 205 A. Departamento de Caldas.
35485	Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica en el Ecotopo 206A. Departamentos de Caldas y Risaralda.
35486	Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica. Ecotopo 207A. Departamentos de Caldas y Risaralda.
35466	Descifrando los genomas del café <i>Coffea arabica</i> , su principal plaga la broca <i>Hypothenemus hampei</i> y el controlador biológico <i>Beauveria bassiana</i> .
35517	Producción de café con cero residuos. Beneficios para el productor, beneficios para el medio ambiente.
35467	Sistemas para el tratamiento de aguas mieles: investigación aplicada en beneficio de los productores cafeteros.

## Libros

Código	Título del Producto
34564	Estudio de los hemípteros plaga en el cultivo de la macadamia: sus enemigos naturales y alternativas de manejo en Colombia.
35495	Guía para la implementación en Colombia del Código Común para la Comunidad Cafetera 4C.
35468	Mobile device for mechanical harvesting of coffee in steep terrain.
33542	Resumen del informe anual de actividades 2007.

Código	Título del Producto
35266	Información Científica y Técnica producida por Cenicafé 1998-2008; Resúmenes Analíticos

## Ponencias en Congreso

Código	Título del Producto
34951	Aislamiento y purificación de un inhibidor de aspártico proteasa para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> .
33343	Aislamiento, identificación y asociación de micorrizas arbusculares nativas de la rizosfera de heliconias.
35176	Alternativas para el manejo de la fertilidad del suelo y la nutrición de cafetales.
33865	An integrated web-based bioinformatics system for genome sequences, gene expression data, and molecular genetic markers for coffee.
35069	Aspectos reproductivos en <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al gen Rdl.
35210	Biología de <i>Stethoconus praefectus</i> (Heteroptera: Miridae), predador de <i>Pseudacysta perseae</i> (Heteroptera: Tingidae) plaga del aguacate.
35060	Búsqueda de dispositivos para la eliminación y captura de frutos de café durante la cosecha sanitaria en el zoqueo de cafetales infestados por broca, <i>Hypothenemus hampei</i> .
35248	Chemometric discrimination of coffee ( <i>Coffea arabica</i> L.) genotypes and growing origins.
35498	Ciencia, biodiversidad y agricultura tropical para el siglo XXI.
35245	Consideraciones sobre algunas unidades de suelo de la zona cafetera colombiana.
32400	Descubrimiento e implementación de nematodos entomopatógenos para el control de la broca del café en Colombia.
33340	Diagnóstico de enfermedades del guayacán rosado <i>Tabebuia rosea</i> y del nogal cafetero <i>Cordia alliodora</i> en la zona cafetera colombiana.
33341	Diagnóstico de la "chamusquina" en cafetales
35255	Differential gene expression response of <i>Coffea arabica</i> and <i>C. liberica</i> to coffee berry borer attack.
35057	Distribución e incidencia de <i>Corthylus</i> n. sp en la Reserva de Río Blanco.

33346	Efecto de extractos vegetales sobre huevos y larvas del complejo <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i> .
35056	Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de nematodos entomopatógenos, para control de <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae).
35061	Efecto de la temperatura en los parámetros poblacionales del parasitoide de la broca del café <i>Prorops nasuta</i> (Hymenoptera: Bethyridae) en condiciones de campo.
35489	Efecto de los sistemas de uso y manejo del suelo en la zona cafetera del departamento del Quindío.
35490	Efecto del uso y manejo sobre las propiedades físicas de algunos suelos de la zona cafetera colombiana.
33349	El género <i>Coffea</i> presenta una frecuencia específica de distribución de arquitecturas conservadas de los dominios NBS asociados a resistencia.
35062	Estimación del tamaño del genoma y avances en genómica comparativa de dos especies del género <i>Hypothenemus</i> (Coleoptera: Curculionidae. Scolytinae).
35064	Estudio de la expresión de los genes relacionados con la patogenicidad del hongo <i>Beauveria bassiana</i> hacia la broca del café utilizando la técnica de PCR en tiempo real.
35055	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina.
35491	Estudio de los movimientos masales en suelos de la zona cafetera colombiana y su prevención y manejo mediante bioingeniería.
34488	Estudio del sistema de producción frijol, relevo maíz intercalado en zocas de café.
35063	Evaluación de la meiosis y del potencial de partenogénesis en la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mediante técnicas citológicas.
35058	Evaluación de la mezcla de introducciones de café con efecto de antibiosis a la broca, <i>Hypothenemus hampei</i> , sobre su capacidad reproductiva.
33344	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk y Br.) en tres localidades con diferente oferta ambiental.
33345	Evaluación de medidas de manejo para la pudrición radical en el cultivo de espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> ).
35052	Evaluación de preformulados de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.
35059	Evaluación de trampas artesanales para el control de la broca del café en condiciones de campo.
35244	Fisiología de la adquisición, transporte y utilización de los nutrientes minerales.
33867	Genomic strategies to detect genes involved in resistance to the coffee berry borer <i>Hypothenemus hampei</i> .
35494	Habitat contribution to biodiversity conservation in three coffee producing landscapes in Colombia.
35054	Hongo micoparásito atacando la chinche de la chamusquina del café <i>Monalonion velezangeli</i> Carvalho y Costa (Hemiptera: Miridae).
35173	Hydraulic device for cleaning and sorting of coffee fruits.
35067	Identificación de una endo $\beta$ -manasa en el tracto digestivo de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
35053	Identificación y hábitos de las palomillas asociadas a las raíces del café en el departamento del Quindío.
35051	Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca, <i>Hypothenemus hampei</i> .
35070	Inhibidores de glico-hidrolasa como fuente de resistencia promisoría a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
35209	Insectos plaga asociados al nogal cafetero <i>Cordia alliodora</i> .
35496	Las competencias laborales y su aplicación en la implementación de las buenas prácticas agrícolas en la cadena productiva del café.
35499	Los cafés especiales como una herramienta de sostenibilidad y conservación de la biodiversidad.
33347	Marcadores moleculares en estudios de diversidad de razas de la roya del café ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).
35493	Migratorias boreales en zonas cafeteras de Colombia.
33348	Modelos moleculares del dominio NBS en genes de resistencia de <i>Coffea</i> spp.
35132	Muestreo de <i>Corthylus</i> sp. en plantaciones de aliso <i>Alnus acuminata</i> en las cuencas de río Blanco y río Chinchiná en Caldas.
35082	Redescubrimiento de <i>Leptohyphes</i> ecuador Mayo (Ephemeroptera: Leptohyphidae), primer registro para Colombia y descripción del adulto.
35066	Relación entre resistencia de <i>Beauveria bassiana</i> a la luz ultravioleta en condiciones de laboratorio y virulencia contra la broca del café en campo.
35065	Respuesta de las plantas de café <i>C. arabica</i> var Caturra y <i>Coffea liberica</i> a la infestación con la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> .
35487	Stabbing of coffee fruits with pointed objects for harvesting purposes.

35254	Stability across environments of the coffee variety near infrared spectral.
33864	Study of the genomes of coffee <i>Coffea arabica</i> , its major insect pest the coffee berry borer <i>Hypothenemus hampei</i> , and its biological control agent <i>Beauveria bassiana</i> .
35488	Tool for coffee harvesting in high density plantations.
35252	Transcript analysis of the entomopathogen <i>Beauveria bassiana</i> during the infection process on the coffee berry borer.
33342	Validación del antagonismo de <i>Trichoderma harzianum</i> sobre <i>Rhizoctonia solani</i> en germinadores de café.
35068	Variabilidad genética de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae. Scolytinae).

## Pósteres

Código	Título del Producto
35247	Desarrollo de marcadores moleculares funcionales en el estudio de la resistencia parcial a la roya anaranjada ( <i>Hemileia vastatrix</i> ) en café ( <i>C. arabica</i> L.).
35251	Genetic diversity of <i>Colletotrichum</i> species associated to coffee in Colombia and their relationship to CBD causing isolates.
35253	Isolation and characterization of a photolyase gene from the entomopathogenic fungi <i>Beauveria bassiana</i> .
35250	Transcript profiles in compatible and incompatible host-coffee leaf rust interactions.

## Seminarios Científicos

Código	Título del Producto
33875	Análisis genético y bases moleculares de la resistencia incompleta del café <i>Coffea arabica</i> a la roya anaranjada <i>Hemileia vastatrix</i> .
34531	Avances en el mejoramiento de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.
33382	Background and perspectives for coffee biotechnology in Colombia.
35241	Control autocida de insectos plaga y su aplicabilidad en el control de la broca del café.
35242	El uso del agua y la huella hídrica del café.
35136	Es la sostenibilidad ambiental un mito?.
33870	Establecimiento de los parasitoides de origen africano en el control de la broca del café y sus perspectivas de uso.
34723	Estimación estadística de datos faltantes en series históricas de lluvia.
33315	Estudios de compuestos químicos en café verde usando la tecnología NIRs.
34835	Fuentes de resistencia a broca.
34834	Gestión en la responsabilidad social en el sector agrícola.
35138	Hormigas cortadoras de la zona cafetera y su manejo.
33350	Implementación de Sistemas Integrados de Gestión en la cadena productiva del café.
35432	La expresión in vitro de proteínas para el estudio de la genómica funcional.
33872	La propagación de los cítricos.
35464	Más allá de las secuencias: estudios estructurales de genes de resistencia en café.
35140	Optimización del manejo de secadores con empleo de control automático de caudal y temperatura de aire de secado.
35141	Palomillas de la raíz de importancia económica en el cultivo del café.
34222	Perspectiva fitopatológica en la búsqueda del agente causal de la Chamusquina.
34724	Presente y futuro de la aplicación de nematodos entomopatógenos, para el control de insectos plaga. Caso broca del café.
34528	Problemas de insectos de la caficultura colombiana: historia y perspectiva.
35137	Recolección neumática de frutos de suelo en investigación participativa (IPA).
35139	Regulación de la radiación solar en sistemas agroforestales con café.
33874	Rompiendo paradigmas en la cosecha de café en Colombia.

34833	Separador hidráulico de tornillo sinfín: Alternativa ecológica para la clasificación de café en cereza y protección de las despulpadoras.
35243	Tecnología para la fabricación de ventiladores para secadores de café en talleres rurales.
35142	Uso y manejo de coberturas vegetales en el cultivo del café como práctica de conservación de suelos.
34527	Valoración contingente de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia.

### Tesis de Pregrado

Código	Título del Producto
35503	Avances en fertilización foliar en el cultivo de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) en etapa de producción.
35172	Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio, aplicados en la fertilización.
34476	Efectos de extractos vegetales sobre huevos y larvas de <i>Meloidogyne</i> spp.
35540	Eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno en diferentes genotipos de <i>Coffea</i> sp.
35171	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina.
34575	Evaluación de métodos para la preservación de cepas de hongos comestibles y medicinales y su utilización en la hidrólisis enzimática de residuos lignocelulósicos para la obtención de etanol.
33792	Evaluación de preformulados de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.
35501	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad del grano en el secado solar del café.
33408	Identificación del agente causal de la pudrición radical en el cultivo del espárrago <i>Asparagus officinalis</i> L.
33576	Selección de nuevos nematodos entomopatógenos para el control de la broca del café.
35516	Selección y evaluación de materiales para la fabricación del dispositivo de cosecha manual "Aroandes".
33577	Uso de mezclas de nematodos y hongos entomopatógenos en el manejo integrado de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).

### Tesis de Especialización

Código	Título del Producto
34567	Impacto económico del proyecto de café especial La Vereda, en el municipio de Riosucio, Caldas.

### Tesis de Maestría

Código	Título del Producto
35500	Análisis proteómico comparativo de dos estados fisiológicos de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).
34844	Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas.
34480	Caracterización fenotípica y genotípica de aislamientos del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin.
35047	Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia.
34475	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br. en tres localidades con diferente condición ambiental.
33560	Herencia y bases moleculares de la resistencia incompleta del café ( <i>Coffea arabica</i> ) a la roya anaranjada ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).
34936	La gestión del conocimiento desde la experiencia del sector metalmecánico manizaleño.
33529	Valoración contingente de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia.

### Tesis de Doctorado

Código	Título del Producto
33715	Caracterización molecular de la cepa "Cenicafé 9501" y anotación de genes involucrados en la interacción con huevos de <i>Meloidogyne</i> spp. provenientes de zona cafetera.

## Productividad Agronómica

Investigaciones que continuaron entre Oct. 2007 y Sep. 2008

Código	Título
BIO0510	Validación del modelo de simulación para el cultivo del café
BIO0511	Efecto del déficit hídrico en la producción potencial de los diferentes ecotopos cafeteros
BIO0607	Modelación matemática del cultivo del café. Producción limitada por el nitrógeno
ENT1604	Evaluación de formulaciones comerciales del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1607	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 los operarios
FIT1410	Efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre la producción del cultivo del café
FIT1504	Densidad de siembra óptima en cafetos de porte alto con resistencia a la roya, bajo sombra
FIT1505	Efecto de la población dinámica de tallos sobre la producción de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)
FIT1703	Uso del sombrío y el mulch para el manejo del déficit hídrico en café, en las zonas norte y sur de Colombia.
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.
FIT1713	Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en el departamento de Santander.
MEG0106	Evaluación de la variabilidad de linajes S2 y S3 del Híbrido de Timor de diferentes introducciones.
MEG0189	Evaluación de mezclas de progenies F4 de (Cat x H de T). Socas del antiguo expto. 77-9 o FM8A.
MEG0191	Reconstitución del genotipo del Híbrido de Timor iv. cruces de (C x H de T) x (C x de T).
MEG0193	Nuevos cruzamientos de variedades de porte alto x H. de T.III.
MEG0194	Evaluación regional con fines de selección de nuevos componentes de var.Colombia.
MEG0311	Evaluación agronómica de 40 progenies F2 de genotipos con resistencia a CBD
MEG0312	Evaluación agronómica de 40 progenies F2 de cruces simples y dobles entre genotipos con resistencia a CBD
MEG0313	Evaluación de genotipos F2 y F3 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad
MEG0314	Evaluación agronómica de genotipos F4 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad
MEG0315	Evaluación agronómica de genotipos F5 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad
MEG0508	Prop. Catuay.
MEG0527	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos (banco de germoplasma 2).
MEG0709	Campos de multiplicación de semilla de variedades de porte alto resistentes a la roya. Rosario.
MEG0712	Campo de propagación de semillas de caturra autofecundado.
MEG0713	Programa de propagación y producción de semilla variedad Colombia. Estación Central Naranjal.
MEG1301	Evaluación regional de progenies de C x H de T altamente productivas
MEG1313	Evaluación de poblaciones F2 de Caturra x introducciones de Etiopía
MEG1314	Comparación agronómica de variedades con resistencia a <i>Hemileia vastatrix</i>
MEG1316	Evaluación de plantas F2 de (C x H de T) H.T procedentes del experimento MEG0177
PAT0173	Efecto del VERDADERO 600 WG (Thiamethoxam + Cyproconazole) en el control de la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br.).
PAT0174	Efecto del VERDADERO 600 WG (Thiamethoxam + Cyproconazole) en el control de la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. y Br.).
PAT0175	Efecto del fungicida AMISTAR XTRA 28 SC (Azoxytrobin + Cyproconazol) en el control de la roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado.
PAT0721	Manejo de llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos
SUE0528	Efecto del fraccionamiento de la fertilización en la producción y calidad de café
SUE0533	Fertilización con zinc en el cultivo de café.
SUE0536	Efecto de la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre la producción del café.
SUE0537	Evaluación de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de café

SUE0538	Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción
SUE0540	Efecto de fuentes y dosis de potasio sobre la producción y calidad del café
SUE0546	Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café después de la renovación por zoca
SUE0609	Coordinación de los análisis del laboratorio de química agrícola de Cenicafé.
SUE0611	Servicio de análisis de material vegetal y bromatológicos.

### Investigaciones que finalizaron

Código	Título
BTE0303	Efecto de las condiciones de cultivo sobre la respuesta androgénica de microsporas aisladas de <i>C. arabica</i> L.
ENT1612	Búsqueda y monitoreo de poblaciones de broca resistentes al uso de insecticidas
ENT1618	Evaluación de nuevas moléculas de insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1619	Evaluación de un insecticida de origen botánico para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
ENT1620	Validación del efecto de nuevos insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1621	Evaluación de nuevos insecticidas de origen químico, biológico o naturales, para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1910	Identificación, biología y hábitos de las palomillas asociadas a las raíces del café
FIS0707	Dinámica de la relación hormonal durante el desarrollo del cafeto
FIT1511	Comparación de cinco sistemas de manejo por renovaciones en el cultivo del café.
FIT1512	Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales.
FIT1513	Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales.
FIT1515	Determinación del porcentaje de pérdida de sitios en cafetales renovados por zoqueo que no afecte la producción
FIT1706	Comparación de la producción entre tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de <i>Inga</i> sp..
FIT1707	Efecto de la intensidad del sombrío sobre la respuesta del café al fertilizante.
MEG0654	Caracterización citogénica y molecular de híbridos interespecíficos.
MEG1002	Efecto de las condiciones de cultivo sobre la respuesta androgénica de microsporas aisladas de <i>C. arabica</i> L.
MEG1201	Comportamiento de 35 componentes de variedad Colombia a condiciones de bajo magnesio en el suelo
MEG1410	Determ. de la relación genética entre caract. de floración y fructificación con el rendimiento en una población F2 de <i>Coffea arabica</i> L (Caturra x CCC1146)
MEG1411	Determ. de la relación genética de la producción con algunas caract. morfológicas y fotosintéticas en una población F2 de <i>Coffea arabica</i> L. (Caturra x CCC1146).
MEG2204	Evaluación de la mezcla de introducciones de café con efecto de antibiosis a la broca sobre su capacidad reproductiva
PAT0720	Observación en campo del manejo de llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos
PAT1902	Evaluación de productos para el control preventivo de llaga macana en zocas de café.
PAT2002	Evaluación en campo de la introducción de resistencia a roya
SUE0331	Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados en la fertilización
SUE0507	Fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo en los distintos suelos de la zona cafetera.

### Investigaciones que iniciaron

Código	Título
ENT1417	Evaluación de la dinámica poblacional de la broca del café en condiciones de campo
ENT1620	Validación del efecto de nuevos insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)

ENT1621	Evaluación de nuevos insecticidas de origen químico, biológico o naturales, para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
MEG0290	Obtención de variedad Castillo regional para el departamento de Santander
SUE0547	Efecto de los cambios en las relac. de calcio, magnesio y potasio intercamb. en suelos de la zona cafetera colomb. sobre su disponib. para el café ( <i>C. arabica</i> ).
SUE1025	Evaluación de glufosinato de amonio para el manejo integrado de arvenses en el cultivo de café

## Viabilidad Económica

### Investigaciones que continuaron

Código	Título
ECO0203	Modelos teóricos de costos de producción de café
ECO0204	Evaluación económica de tres sistemas de producción de café
ECO0207	Análisis económico de tres sistemas de renovación de cafetales
ENT1419	Evaluación de trampas artesanales para la captura de adultos de broca en finca cafetera
ENT1702	Evaluación de la cosecha sanitaria durante el zoqueo de cafetales infestados
ENT1809	Optimización de las formulaciones de hongos en relación con sus coadyuvantes.
ING0152	Tecnología para el desplazamiento de un equipo para la cosecha mecanizada del café en terrenos de alta pendiente
ING1402	Efecto de la distribución espacial y del número de plantas por sitio en la cosecha mecanizada del café.
MEG0269	Estudio de herencia de la resistencia incompleta a roya, en progenies de Caturra por Híbrido de Timor. Experimento 1
MEG0279	Selección de progenies candidatas a conformar variedades compuestas con resistencia durable a roya con participación de los caficultores. Ensayo I. Naranjal
MEG0287	Evaluación de progenies F2 de (Cat x Híbrido de Timor x Etíope), por resistencia durable a roya
MEG0511	Mantenimiento de progenies de Borbón resistente a la Llagá macana.
MEG0524	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos AS3.
MEG0656	Evaluación de progenies F1 RC1 de plantas seleccionadas de los experimentos MEG0611 y MEG0635
MEG0657	Evaluación de progenies F1 RC1 y F2 RC1 de plantas seleccionadas en ocho experimentos
MEG0660	Evaluación de progenies F3RC1 y F4RC1 de híbridos con <i>C. canephora</i>
MEG0661	Evaluación de progenies F1RC2 y F2RC1 de híbridos con <i>C. canephora</i>
MEG1409	Evaluación agronómica de la F3 de la población de mapeo para hacer análisis de QTL
PAT0726	Evaluación de progenies F3 y F4 con resistencia a roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> ) y a llaga macana ( <i>Ceratocystis fimbriata</i> )
SUE0317	Actualización del programa de interpretación de análisis de suelos y la recomendación de fertilizantes y enmiendas para el cultivo del café
SUE0520	Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo

### Investigaciones que finalizaron

Código	Título
ECO0202	Análisis económico de tres métodos de control de malezas y su efecto en la producción de café
ECO0619	Interacciones socioeconómicas entre pequeños productores y grandes productores de café, en la zona central cafetera
ECO0620	Valoración contingente de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia
ENT1409	Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca
ING0111	Dispositivo portátil para la cosecha de café con aplicación de momentos flectores a los frutos DESCAFE
ING0142	Cosecha de precisión de café con vibradores del tallo

ING0145	Equipo portátil para la cosecha de café con la aplicación de impacto a los frutos y/o vibración de las ramas
ING0151	Cosecha manual asistida de café cereza mediante el uso de aro manga y dispositivo de espalda (AM&DE)
ING0154	Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café
ING0158	Evaluación de vibradores portátiles para el tronco (VPTs) en la cosecha de café
ING0164	Evaluación técnica de una metodología para la recolección de café con el dispositivo Raselca
ING0165	Diseño, construcción y evaluación de una herramienta portátil para la cosecha semi-mecanizada de café
ING0168	Evaluación del equipo portátil de impacto al follaje STIHL SP-81 en la cosecha del café
ING0831	Evaluación de tecnologías solares parabólicas en el secado del café
ING0835	Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo automático para el control de temperatura y caudal de aire en el proceso de secado mecánico de café.
ING0836	Metodología para la construcción de ventiladores para el secado de café en talleres rurales
ING1404	Tecnología para el transporte del café cereza en terrenos de alta pendiente - Transcafé
MEG0232	Cruzamientos para estudios de herencia de la resistencia.
MEG0310	Evaluación agronómica de materiales con resistencia a CBD probados en Portugal
MEG0658	Evaluación de progenies F4RC1 del experimento MEG0638.
MEG0659	Evaluación de progenies F3RC1 del experimento MEG0639.
MEG1809	Transformación genética de café con vectores que tienen genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina
PAT1109	Efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivo de café

### Investigaciones que iniciaron

Código	Título
ECO0306	Efecto de la certificación Rainforest Alliance (RA) en las condiciones socioeconómicas de los caficultores de Santander y Caldas.
MEG2201	Mejoramiento por hibridación para la obtención de variedades de café resistentes a la broca
MEG2202	Mejoramiento por transgénesis empleando genes de inhibidores de amilasas para la obtención de variedades de café resistentes a la broca
MEG2205	Mejoramiento por transgénesis empleando genes de quitinasas para la obtención de variedades de café resistentes a broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> )

## Calidad y Cafés Especiales

### Investigaciones que continuaron

Código	Título
0125302	Producción de semilla de café orgánica en la Estación Central Naranjal
0125304	Producción de semilla de café variedad Tabi orgánica
0145302	Producción de semilla de café orgánica en la Subestación Santander
FIT1601	Evaluación de la producción de café en sistemas sostenibles con sombrío estratificado
FIT1606	Establecimiento de café orgánico a libre exposición y bajo sombrío en el departamento de Santander.
MEG1502	Evaluación de la colección colombiana de café (Etiopes) por taza y compuestos químicos no volátiles
QIN0302	Entrenamiento de personas para el panel de catación de café.
QIN3010	Estudio de la calidad y del contenido de elementos químicos en café de Colombia según los suelos y la altitud del cultivo.
QIN3011	Evaluación de la calidad y composición química de café de varios países de origen

## Investigaciones que finalizaron

Código	Título
BDC0120	Conservación de las aves migratorias boreales en zonas cafeteras de los andes colombianos - TNC
ETI2301	Desarrollo e implement. del sist. de gestión de calidad en el proceso de produc. de café (semilla y conv.com.) en la Est. Cent. Naranjal y en la Granja de Cenic
FIS1603	Perfiles cromatográficos del aroma del café tostado y molido según el sitio de siembra del cultivo
FIT1603	Determinación de la respuesta en producción del café al sol a la fertilización con lombricompuesto.
FIT1608	Fertilización mineral potásica como alternativa complementaria a la fertilización con materia orgánica, en sistemas de producción de café orgánico
ING0155	Analizador óptico para frutos de café
ING0829	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad del grano en el secado solar del café
ING1123	Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación
PAT2502	Diagnóstico del manejo fitosanitario en cafés especiales en los departamentos de Huila, Santander y Caldas
SUE0612	Servicio de análisis de residuos de plaguicidas.

## Investigaciones que iniciaron

Código	Título
FIS0607	Cambios químicos del endospermo durante el desarrollo del fruto de café.

## Sostenibilidad Ambiental

## Investigaciones que continuaron

Código	Título
ACL0101	Funcionamiento estaciones climatológicas en la zona cafetera norte.
ACL0602	Caracterización de los elementos temperatura, brillo solar y humedad relativa para los ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.
ACL0603	Caracterización de la lluvia para los ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.
BDC0407	El papel de los organismos del suelo en la regeneración de especies vegetales de bosque montano tropical, pastizales y cafetales
ECO0621	Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental de la producción de café en Colombia
FIS1510	Ajuste, validación y ampliación del modelo de crecimiento y captura de carbono para especies forestales en el trópico - CREFT
SUE0906	Prevención y control de la erosión del suelo a nivel de finca cafetera.
SUE0918	Impacto de la erosión en la producción del cultivo del café y en la calidad del suelo
SUE1016	Interferencia de las coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café

## Investigaciones que finalizaron

Código	Título
ACL0102	Procesamiento información básica.
BDC0110	Conservación de la biodiversidad en los Andes Colombianos
BDC0509	Desarrollo de herramientas de conservación de la biodiversidad con base en oportunidades en las zonas cafeteras
ENT1813	Mantenimiento de colonias de la broca del café y sus parasitoides
ENT1822	Producción comercial de <i>Beauveria bassiana</i>
ETI0112	Conservación de recursos genéticos forestales en la región andina colombiana.

ETI0222	Evaluación agronómica de los materiales colectados (Passifloras y Caricaceas)
ETI2302	Desarrollo e implem. del sistema de gestión ambiental en el proceso de prod. de café (semilla y conv. comer.), en la Est. Central Naranjal y en la Graja de Ceni
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.
ING1119	Desempeño de un separador hidráulico de tornillo sinfin para frutos de café
ING1122	Separación de frutos de café verdes por medios mecánicos
ING1126	Regulación automática del flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos de café
ING1405	Evaluación de la recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli V77S en esquema de Investigación Participativa (IPA)
QIN0103	Diseño y Evaluac. de un sistema prototipo utilizable a nivel de finca cafetera para el tratam. de las aguas resid. del lavado del café por biodigestión anaerób.
QIN0112	Diseño y evaluación de un sistema de depuración con base en plantas acuát. para el postratam. de las aguas resid. del benef. del café trat. por dig. anaerobia
QIN0115	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
QIN0161	Evaluación de las pérdidas de peso del café durante la fermentación del mucílago
QIN0806	Producción de alcohol carburante a partir del mucílago de café

### Investigaciones que iniciaron

Código	Título
BDC0306	Cafetales con sombrío como hábitat o corredores para monos nocturnos andinos ( <i>Aotus lemurinus</i> )
ENT1509	Efecto de la certificación Rainforest Alliance en la artropofauna y micorrizas arbusculares del suelo en los departamentos de Santander y Caldas
ENT1510	Efecto de la certificación Rainforest Alliance en la calidad del agua y la diversidad de macro invertebrados acuáticos
FIS1808	Modelo hiperespectral y de datos, relacionado con las plantaciones forestales y otros sistemas asociados con el uso del suelo.
FIT1614	Valoración de la calidad del suelo en sistemas de producción de café

## Conocimiento Estratégico

### Investigaciones que continuaron

Código	Título
BIO0901	Estudio de pruebas estadísticas para evaluar los procesos biológicos
BIO0902	Desarrollo de ayudas básicas para el análisis estadístico de información científica
BIO0903	Capacitación y actualización en aspectos estadísticos
ENT1501	Colección e identificación de artrópodos plagas y benéficos de la zona cafetera.
ENT1802	Producción in vitro del nematodo <i>Steinernema colombiense</i> sp n. parasito de la broca del café.
ENT1803	Colección, identif. y preserv. de cepas de microorg. de interés en control biológico de insectos plagas y enferm. de los cultivos en la zona cafetera colombiana
ENT1807	Desarrollo de un prototipo para secado y separación de esporas de hongos entomopatógenos.
FIS0534	Caracterización de la distribución de la floración y de la cosecha en introducciones de la colección colombiana de café
FIS0834	Metabolismo del carbono y relación fuente demanda en el cafeto <i>Coffea arabica</i> L.
FIS1011	Productividad del cafeto y su relación con la eficiencia en el uso del nitrógeno
GEN1101	Desarrollo de un mapa genético de café

GEN1102	Localización de genes de interés agronómico en el genoma del café
GEN1103	Desarrollo de un mapa físico de café
GEN1104	Caracterización citogenética del café ( <i>Coffea arabica</i> L.)
GEN1105	Desarrollo de marcadores ligados a genes de resistencia contra la roya del café ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).
GEN1106	Estudio de la variabilidad del germoplasma de café
GEN1107	Determinación de la variabilidad genética de la floración
GEN1108	Estudio de la expresión de genes de café en respuesta al ataque de patógenos
GEN1109	Estudio de la variabilidad de la roya del café
GEN1110	Estudio de la expresión de genes y proteínas del café en respuesta al ataque de la broca
GEN1111	Identificación de inhibidores enzimáticos como fuente de resistencia a la broca
GEN1112	Desarrollo de un sistema de selección para genes heterólogos en café
GEN1113	Estudio de la expresión de un gen inhibidor de tripsina para el control de la broca del café
GEN1114	Producción y evaluación in vitro de proteínas inhibidoras de la broca del café
GEN1115	Purificación y caracterización de un inhibidor de proteasa para el control de la broca del café
GEN1116	Identificación de genes de floración del café
GEN1117	Estudio de la expresión de algunos genes de floración
GEN1118	Determinación de un modelo experimental para el estudio de la floración del cafeto
GEN1119	Estudio de los componentes genéticos y ambientales asociados a la calidad del café
GEN1120	Estudio de los lípidos del café y su relación con la calidad
GEN1201	Estudio de las enzimas de la broca involucradas en la digestión del grano del café.
GEN1202	Desarrollo de marcadores moleculares y evaluación de la variabilidad genética de la broca del café en Colombia.
GEN1203	Estudio de la expresión génica de la broca a compuestos de antibiosis y en la búsqueda de la planta de café.
GEN1204	Herencia de caracteres genéticos en la broca del café <i>H. hampei</i> (Coleoptera:Scolytidae) endogamia, mezcla, segregación y posici. de marcadores moleculares
GEN1301	Identificación y caracterización de genes responsables de la virulencia de <i>Beauveria bassiana</i> a la broca del café
GEN1302	Desarrollo de cepas mejoradas de <i>Beauveria bassiana</i>
MEG0502	Mantenimiento de árboles sobresalientes (II), seleccionados en diferentes experimentos.
MEG0503	Parcelas de progenies F1 de cruzamiento entre diferentes materiales para estudios de genética.
MEG0506	Mantenimiento de progenies F1 resultantes de cruzamientos entre diferentes recursos genéticos.
MEG0510	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos. (banco de germoplasma 1).
MEG0516	Colección de introducciones procedentes de Etiopía.
MEG0517	Colección de introducciones procedentes de Etiopía, seleccionadas en Francia.
MEG0520	Parcelas de progenies F2 derivadas de cruzamientos entre Caturra x Híbrido de Timor.

MEG0522	Parcelas de progenies F2 F3 F4 seleccionadas de cruzamientos entre Caturra x Portadores de factores Sh (1,2,3,4).
MEG0523	Parcelas de progenies F1 derivadas de cruzamientos complejos entre especies de <i>Coffea</i> .
MEG0525	Colección de especies y variedades de <i>Coffea</i> (CENICAFE).
MEG0526	Renovación de materiales introducidos del Africa y América.
MEG1601	Caracterización de 50 introducciones provenientes de Kaffa
MEG1602	Caracterización de 50 introducciones sembradas en el Etiopía I, originarias de Kaffa
MEG1807	Establecimiento de técnicas de transformación genética de <i>C.arabica</i> L. var.Colombia en las condiciones de laboratorio de Cenicafé.
MEG1808	Evaluación de un promotor específico del endosperma del café en plantas transgénicas de tabaco y café.
MEG1810	Búsqueda de nuevos genes de resistencia a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>
PAT0107	Identificación de razas fisiológicas de <i>Hemileia vastatrix</i> presentes en el Híbrido de Timor y sus derivados.

### Investigaciones que finalizaron

Código	Título
ACL0409	Redistribución de la lluvia y el flujo de nutrimentos en distintas coberturas vegetales de la zona cafetera central.
BTE0305	Utilización de diferentes metodologías para la duplicación artificial de cromosomas de café.
ENT1201	Construcción de vectores de transformación con genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina, para la producción de plantas transgénicas resistentes a plagas
ENT1416	Desarrollo de un modelo de simulación de poblaciones de la broca
ENT1502	Mantenimiento del Museo Entomológico "Marcial Benavides Gómez" y sistematización de la información.
ENT1503	Reconocimiento de la biodiversidad de la artropofauna de la zona cafetera
ENT1810	Evaluación de preformulados del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café
ENT1817	Aspectos de la biología del parasitoide de la broca <i>Prorops nasuta</i> (Hymenoptera:Bethylidae) en condiciones de campo y su tolerancia a insecticidas.
ENT1913	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado 'Chamusquina'
GEN0301	Proteómica del sistema digestivo de la broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> )
GEN0302	Desarrollo de herramientas genómicas para <i>Hypothenemus hampei</i>
GEN0303	Expresión genética de la broca a compuestos de antibiosis
GEN0304	Herencia de caracteres genéticos y determinación de endogamia en la broca
GEN0401	Interacción molecular entre el hongo <i>Beauveria bassiana</i> , la broca del café y el medio ambiente
GEN0402	Mejoramiento de cepas de <i>Beauveria bassiana</i>
GEN0501	Implementación de un software para la administración del proyecto genómica del café
GEN0502	Desarrollo de un sistema para el manejo de datos del proyecto genómica de café
ING0153	Mejoramiento de la transmisión de vibración en árboles de café en cosecha semi-mecanizada
ING0833	Medición en línea del contenido de humedad del café en silos secadores
MEG1004	Utilización de diferentes metodologías para la duplicación artificial de cromosomas de café.
MEG1401	Población F1 de <i>C. liberica</i> x <i>C. eugenioides</i> para la construcción de un mapa genético

MEG1403	Evaluación de microsatélites en una muestra representativa de <i>Coffea</i> spp.
MEG1405	Desarrollo de poblaciones para análisis de QTLs y utilización en la disciplina
MEG1406	Construcción del mapa genético de café
MEG1505	Caracterización de una población F2 derivada de <i>Coffea arabica</i> L.var. Borbón x Híbrido de Timor por niveles de ácidos clorogénicos.
MEG1506	Caract. de líneas F5 deriv. de C. arabica L. var. Caturra x H de T, por compuest. quím. asoci. a la calidad del café proc. de dif. locali. de la zona cafet. col.
MEG1813	Aislamiento, purificación y caracterización de un inhibidor aspártico proteasa de leguminosa específico contra la broca
PAT2401	Identificación del organismo asociado a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina
SUE0309	Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café
SUE0330	Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos de la zona cafetera en el departamento de Caldas

#### Investigaciones que iniciaron

Código	Título
BIO0310	Método de muestreo para estimar la infestación por broca del café, con el parámetro número de frutos perforados por broca.
ENT1202	Caracterización molecular de plantas modificadas genéticamente.
ENT1203	Evaluación de la actividad biológica de las plantas modificadas genéticamente contra insectos
ENT1508	Biología y comportamiento de <i>Corthylus</i> n sp. (Coleoptera:Curculionidae:Scolytinae)
ENT1512	Evaluación del ciclo de vida de la chinche de encaje del nogal cafetero <i>Dictyla monotropidia</i> Stal y determinación de susceptibilidad a entomopatógenos.
ENT1824	Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café en frutos infestados caídos al suelo.
ENT1916	Identificación de especies de palomilla en la raíz del árbol de café en los departamentos cafeteros de Colombia.
GEN1401	Construcción de bases de datos curadas del proyecto de estudio del genoma.
GEN1402	Desarrollo de un sistema web para accesibilidad de las bases de datos del proyecto de estudio del genoma.
GEN1403	Desarrollo de un sistema para el análisis de secuencias del proyecto de estudio del genoma
ING0833	Medición en línea del contenido de humedad del café en silos secadores
MEG2203	Estudio de la relación entre estructura del endospermo del café y la capacidad de oviposición de la broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> )
PAT1806	Aplicación de la caracterización de familias de genes en el análisis del genoma del café.
PAT1904	Identificación y patogenicidad de especies de <i>Rosellinia</i> asociadas a café en la zona central cafetera de Colombia.
SUE0334	Estudio del movimiento del agua en suelos de ladera derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera colombiana.

## Divulgación y Transferencia

### Investigaciones planeadas para iniciar

Código	Título
DIV0205	Cenicafe.org. Página web de Cenicafé
ENT1703	Establecer un sistema de alarma en las Subestaciones de Cenicafé que permita emprender acciones de vigilancia y manejo adecuado de la broca del café.

## Sistemas de Producción Complementarios

### Investigaciones que finalizaron

Código	Título
ETI0124	Desarrollo de modelos sost. de manejo silvicultural y prod. de las especies de interés para el fortalecim. de la act. forestal en la cuenca del río Chinchiná
FIS1807	Caracterización de los cacaos de Colombia (Fase II)
FIT1804	Sistema de producción de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) relevo maíz ( <i>Zea mayz</i> L.) intercalado con zoca de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)
FIT1805	Estudio del sistema de producción frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) relevo maíz ( <i>Zea mayz</i> L.) intercalado con zocas y siembras nuevas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)

### Investigaciones que continuaron

Código	Título
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> ).
ETI0113	Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para la reforestación industrial.
ETI0123	Jardín clonal y vivero de caucho.
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
ETI0126	Programa de mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares de dos especies forestales <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken y <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol)D.C
ETI0127	Biología, hábitos y alternativas de control de <i>Corthylus</i> n. sp en plantaciones de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> spp. acuminata) en la cuenca del río blanco, Manizales
ETI0128	Prop. de manejo integrado del chinche de encaje ( <i>D. monotropidia</i> ) en plant. de Nogal cafetero ( <i>C.alliodora</i> ) ubicadas en la zona centro sur del dpto. de Caldas

## Recursos humanos y financieros

### Investigadores Asociados- Septiembre de 2008

Nombre	Profesión	Nivel Académico
Florez Ramos Claudia Patricia	Ingeniera Agrónomo	Doctorado en Ciencias Agropecuarias
Villarreal Peña Diana	Licenciada en Biología y Química	Doctorado en Parasitología
Arana Rengifo Victoria Andrea	Química	Maestría en Ingeniería
Bedoya Reina Oscar Camilo	Biólogo	Maestría en Ciencias Biológicas
Chica Ramírez Héctor Alberto	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Enseñanza de la Matemática
Cruz Pulido Diana Patricia	Microbióloga	Maestría en Ciencias Biológicas
De La Torre Cepeda Gloria Esther	Licenciada en Biología	Maestría en Ciencias Biomoleculares
Escobar Lopez Luz María	Bióloga	Maestría en Biología
Guzmán Maldonado Adriana	Bióloga	Maestría en Biología
Maldonado Londoño Carlos Ernesto	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Biología Molecular y Biotecnología
Martínez Córdoba Harold Enrique	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Entomología
Moreno Cardenas Edilson Leon	Ingeniero Agrícola	Maestría en Ingeniería Agrícola con Mención en Mecanización y Energía
Osorio Lotero Oscar Ivan	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Ciencias Agrarias
Ramírez González Jorge Andres	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Ciencias Agrarias
Rincon Eliana Andrea	Ingeniera Agrónoma	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Mejoramiento Genético
Romero Guerrero Gladys	Bióloga	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Genética y fitomejoramiento
Valdés Gutiérrez Sandra Patricia	Ingeniera Agrónoma	Maestría en Fitopatología
Camayo Velez Gloria Cecilia	Licenciado en Biología y Química	Especialización en Microscopía óptica y electrónica
Chalarca Lopez Andres Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Especialización en Ingeniería de Software
Claros Velasco Jose Luis	Biólogo	Especialización en Biotecnología
Marín Marín Patricia	Bacterióloga y Laboratorista Clínico	Especialización en Gerencia de Servicios Sociales
Orozco Serna Carlos Eduardo	Ingeniero Electricista	Especialización en Ingeniería de Software
Padilla Hurtado Beatriz Elena	Bacterióloga y Laboratorista Clínico	Especialización en Biología Molecular y Biotecnología
Villalba Guott Diógenes Alberto	Ingeniero Agrónomo	Especialización en Fitopatología
Acevedo Bedoya Flor Edith	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
Acosta Noreña Francly Marcela	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
Aguilera Gálvez Carolina	Química Farmacéutica	Pregrado
Alzate Henao Diego Fernando	Profesional en Mercadeo	Pregrado
Arias Hernández Jhon Jaime	Ingeniero Agrónomo	Pregrado

Continúa...

...Continuación

Berio Escobar Alejandro	Biólogo	Pregrado
Bustamante Giraldo Liliana Jimena	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
Cardenas Díaz Fabian Leonardo	Biólogo	Pregrado
Carmona González Claudia Yoana	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
Castro Triana Ana María	Microbióloga	Pregrado
Chica Morales María Jose	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Daza Sánchez Olga Lucia	Ingeniera de Sistemas	Pregrado
Diaz Miranda María Alejandra	Bióloga	Pregrado
Duarte Cano Andres Felipe	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Escobar Ochoa Carolina	Microbióloga	Pregrado
Espinosa Aldana Rocio	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
Florez Varon Juan Carlos	Biólogo	Pregrado
Galeano Vanegas Narmer Fernando	Microbiólogo	Pregrado
Galindo Leva Luz Angela	Bióloga	Pregrado
Gallego Agudelo Claudia Patricia	Bacterióloga	Pregrado
García Alzate Alexander	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
García Bastidas Fernando Alexander	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
García Cortes Paula Marcela	Salud Ocupacional	Pregrado
Gómez Gutierrez Diana Constanza	Bióloga	Pregrado
González Martínez Laura Fernanda	Bióloga	Pregrado
González Rodríguez Alexandra Milena	Bióloga	Pregrado
Gutierrez Florez Jhony Mauricio	Ingeniero Mecánico	Pregrado
Hernández Hernández Eric Marcelo	Zootecnista	Pregrado
Idarraga Ortiz Sandra Milena	Bióloga	Pregrado
Jurado Chana Julieth Milena	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
Lopez Lopez Andres Mauricio	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
Lopez Sarmiento Jair Andres	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Mantilla Afanador Javier Guillermo	Biólogo	Pregrado
Martínez Diaz Claudia Patricia	Bacterióloga	Pregrado
Miranda Arango Paula Tatiana	Ingeniera de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Moncayo Martínez Liliana	Química	Pregrado
Montoya Cartagena Juan Carlos	Biólogo	Pregrado

Continúa...

...Continuación

Navarro Escalante Lucio	Biólogo	Pregrado
Nuñez Potes Jonathan	Biólogo	Pregrado
Obando Bonilla Diego	Ingeniero Forestal	Pregrado
Pabon Usaquen Jenny Paola	Ingeniera Agrícola	Pregrado
Perez Henao Carolina	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Pineda Sandoval Rocio Del Pilar	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Ramírez Sanjuán Andres Ricardo	Biólogo	Pregrado
Ramos Giraldo Paula Jimena	Ingeniera Electrónica	Pregrado
Rivera Serna Luis Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Rodríguez González Andres Fernando	Microbiólogo Industrial	Pregrado
Rodríguez Lara María Del Rosario	Diseñadora Visual	Pregrado
Romero Juan Vicente	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Rubio Gómez Jose David	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Sanabria Galindo Claudia Patricia	Licenciada en Biología	Pregrado
Sánchez Clavijo Lina María	Ecóloga	Pregrado
Sandoval Medina Tito Alejandro	Químico	Pregrado
Taborda Quintero Olga Cecilia	Química Industrial	Pregrado
Trejos Pinzón Jhon Felix	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Vasquez Ospina Juan Jose	Biólogo	Pregrado
Vasquez Ramírez Luisa Mayens	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
Villegas Hincapié Andres Mauricio	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Zabala Echavarría Gustavo Adolfo	Biólogo	Pregrado
Zarate Neira Luz Angela	Bióloga	Pregrado
Baena Clavijo Lina María	Tecnóloga Química	Tecnológico
Bolivar Forero Claudia Patricia	Tecnóloga Química	Tecnológico
Echeverri Giraldo Luz Fanny	Tecnóloga Química	Tecnológico
Ramírez Cardona Carlos Augusto	Técnico Profesional en Técnicas Forestales	Tecnológico
Sánchez Ocampo Freddy Alberto	Técnico Profesional en Técnicas Forestales	Tecnológico
Valencia Luna Elkin Marcelo	Tecnólogo en Sistemas Informáticos	Tecnológico
Valencia Salazar Arley	Tecnólogo en Electrónica	Tecnológico

## Estudiantes Vinculados a Cenicafé - Septiembre de 2008

Nombre	Código Investigación	Título Investigación	Universidad	Profesión
Buitrago Berrio Claudia Marcela	ING0833	Medición en línea del contenido de humedad del café en silos secadores	Nacional Sede Manizales	Ingeniera Eléctrica
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	Ingeniero Agroforestal
González Salazar Christian Andres	ING0835	Control del caudal de aire en el secado de café	Del Valle	Ingeniero Mecánico
Idárraga Suárez Lina Constanza	MEG0194	Evaluación regional con fines de selección de nuevos componentes de variedad Colombia	De Caldas	Ingeniero Agrónomo
Jaramillo González Jorge Luis	ENT1508	Biología y comportamiento de <i>Corthylus</i> n sp.	De Caldas	Ingeniero Agrónomo
Loaiza Campiño Ivan Dario	MEG1316	Evaluación de plantas F2 de (C x H de T) H.T procedentes del experimento MEG0177	De Caldas	Ingeniero Agrónomo
Lobo Echeverri Juan Manuel	FIS1808	Modelo hiperespectral y de datos, relacionado con las plantaciones forestales y otros sistemas asociados con el uso del suelo, como apoyo al "programa de silvicultura como alternativa de producción en la zona marginal de la región cafetera (Río Magdalena I	De Caldas	Ingeniero Agrónomo
Manrique Naranjo Leonardo	ING0155	Analizador óptico para frutos de café	Nacional Sede Manizales	Ingeniero Electrónico

Continúa...

...Continuación

Ortega Muñoz Dario Alejandro	PAT1904	Caracterización genotípica de <i>Rosellinia</i> spp. Causante de llagas radicales en la zona cafetera de Colombia y su aplicación en el manejo del problema del café	De Nariño	Ingeniería Agroforestal
Rivera España Paulo Armando	ENT1817	Aspectos de la tabla de vida del parasitoide <i>prorops nasuta</i> para el control de la broca del café	De Nariño	Ingeniero Agrónomo
Salcedo Ramírez Edgar Fernando	GEN1402	Desarrollo de un sistema web para accesibilidad de las bases de datos del proyecto de estudio del Genoma	Industrial de Santander	Biólogo
Serna Morales Andres Felipe	ING0152	Tecnología para el desplazamiento de un equipo para la cosecha mecanizada del café en terrenos de alta pendiente	Nacional Sede Manizales	Ingeniero Electrónico
Velasquez Franco Susana	ACL0409	Efecto de la cobertura vegetal en la redistribución de la lluvia y el flujo de nutrientes en cafetales	De Caldas	Bióloga
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

## Personal de Nómina y Otros Tipos de Vinculación Septiembre de 2008

Nivel Académico	No. Personas Nómina	No. Personas Otros tipos de vinculación	Total
Doctorado	15	2	17
Maestría	19	16	35
Especialización	7	7	14
Pregrado	47	73	120
Tecnólogos	13	9	22
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>107</b>	<b>208</b>

Nota: Incluido personal administrativo

## Recursos externos Cenicafé - 2008

### Convenios de Investigación con Entidades Nacionales

Entidad Aportante	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
Casa Luker S.A.	1	1	127,946	11.3
Colciencias	5	4	508,187	44.9
Fiduagraria	1	1	382,216	33.7
Instituto Alexander Von Humboldt	1	1	7,697	0.7
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural <sup>(1)</sup>	1	1	100,000	8.8
Orius Biotecnología	1	1	6,915	0.6
<b>Totales</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>1,132,961</b>	<b>100</b>

(1) No incluye el proyecto "Genoma"

## Convenios de Investigación con Entidades Internacionales

Entidad Aportante	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
Bayer Cropscience S.A	1	1	20,000	2.9
CIAT (Convenio IICA-CIAT)	2	2	168,668	24.3
Defra Darwin	1	1	34,441	5.0
FAO Procuencia	1	1	10,237	1.5
IICA (Convenio IICA-MADR) <sup>(2)</sup>	2	2	85,881	12.4
Kali Und Salz Monomeros	1	1	19,469	2.8
Rainforest Alliance	1	4	93,924	13.6
Sopib	1	1	39,120	5.6
Syngenta	1	4	157,799	22.8
The Nature Conservancy - TNC	1	1	63,202	9.1
Totales	12	18	692,740	100

(2) Incluye aportes del Departamento de Risaralda

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA  
GERENCIA TÉCNICA  
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

**DIRECCIÓN**

Gabriel Cadena G., Ph.D.

---

**PROGRAMA DE APOYOS BÁSICOS**

Gabriel Cadena G., Coordinador

---

**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.  
Ruben Dario Medina Rivera, Estadístico M.Sc.

**Control Interno**

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público

**Documentación**

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga  
Yudi Andréa Montes Betancur, Lic. En Lenguas Modernas

**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  
Elena Trinidad Velásquez S., Bioquímica M.Sc.  
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.

**Fisiología Vegetal**

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph. D.  
Luis Fernando Gómez G. Ing. Agrónomo\*  
Juan Carlos López R. Ing. Agrónomo\*\*  
Aristóteles Ortiz, Químico

**PROGRAMA DE AGRONOMÍA Y EXPERIMENTACIÓN**

Jaime Arcila P., Coordinador

---

**Fitotecnia**

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.  
Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.  
Fernando Farfán V., Ing Agrónomo

**Sistemas**

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico  
Carlos Hernán Gallego Z., Ing. de Sistemas., Especialista  
Carlos Ricardo Calle A., Ingeniero de Sistemas, Especialista  
Luz Angela 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. en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

**Divulgación y Transferencia**

Sandra Milena Marín López, Ing. Agrónomo  
Carmenza Bacca Ramírez, Diseñadora Visual

**Fitopatología**

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.  
Carlos Ariel Ángel C., Ing. Agrónomo Ph. D\*  
Bertha Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M.Sc.  
Carlos Alberto Rivillas O., Ing. Agrónomo M.Sc.  
Marco Aurelio Cristancho A., Microbiólogo Ph.D.

**Mejoramiento Genético y Biotecnología**

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.  
Diana María Molina V., Bacterióloga Ph.D.\*\*

**Suelos**

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc.\*\*  
Hernán González Osorio., Ing. Agrónomo, M.Sc  
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo  
Edgar Hincapié G., Ing. Agrónomo\*\*  
Alveiro Salamanca J., Ing. Agrónomo  
Beatriz Mejía M., Tec, Químico, Especialista

## SUBESTACIONES DE EXPERIMENTACIÓN

Jaime Arcila P. Coordinador

---

### 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 Dario 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\*

## PROGRAMA ETIA

Gabriel Cadena G., Coordinador

---

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

Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal\*\*

## DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luz Miryam Corredor R., Administrador Empresas, Especialista

---

### Contabilidad

Martha Elena Vélez H., Contador Público  
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  
Germán Uriel Granada. Administrador Empresas  
Angela Jaramillo G., Profesional en Comercio Internacional

### Tesorería

Janeth Alexandra Zuluaga M., Economista Empresarial, MBA\*\*

---

\* Comisión de estudios en el exterior

\*\* Adelantando estudios en el país